



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**ELECCIÓN DE CARRERA: EFECTO DE LA
INTERACCIÓN ENTRE ALUMNAS Y MAESTRAS DE LAS
ÁREAS CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y
MATEMÁTICAS (CTIM) EN COLOMBIA 2015**

Briyid Camila Espinosa Borda

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Escuela de Economía

Bogotá, Colombia

2019

**ELECCIÓN DE CARRERA: EFECTO DE LA
INTERACCIÓN ENTRE ALUMNAS Y MAESTRAS DE LAS
ÁREAS CIENCIA, TECNOLOGÍA, INGENIERÍA Y
MATEMÁTICAS (CTIM) EN COLOMBIA 2015**

BRIYID CAMILA ESPINOSA BORDA

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

Magister en Ciencias Económicas

Director:

Msc. Hernán Enríquez Sierra

Codirector:

PhD. Hernando Bayona Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia

Escuela de Economía

Bogotá, Colombia

2019

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, mi director, codirector y amigos por el ánimo, la comprensión, orientación y abrazos para llevar este trabajo a cabo.

A Dios por reconfortarme y ayudarme a alcanzar este logro.

Resumen

El objetivo de esta investigación es evaluar la incidencia de las interacciones entre estudiantes y docentes femeninas de áreas CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, STEM por sus siglas en inglés) en las expectativas de elección de carrera universitaria en Colombia. Se utiliza una aproximación de modelos de rol para explicar como factores motivacionales afectan la elección de carreras CTIM de las mujeres que están cursando secundaria. Se emplean los datos PISA de 2015 a nivel nacional para estimar la probabilidad de elegir una carrera CTIM a través de un modelo Logit multinivel, controlando por covariadas como autoeficacia, sesgo docente, efectos fijos de colegio y educación de los padres. Los resultados muestran que contar con una docente femenina de áreas CTIM en el colegio no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la expectativa de elección de una carrera CTIM de las mujeres. En contraste, la autoeficacia de las estudiantes tiene efectos positivos sobre la expectativa de elección de carrera en estas mujeres. Adicional, una mujer que cursa el bachillerato en un colegio privado con programa vocacional tiene menor probabilidad de elegir una carrera CTIM que su contraparte en un colegio público con programa vocacional.

Abstract

The aim of this research is to evaluate the effect of interactions between female students and STEM teachers, over career choice expectations in Colombia. A role model approach is used to explain how motivational factors affect the STEM career choice of women pursuing high school. Data of PISA 2015 for Colombia is used to estimate the likelihood of choosing a STEM career, through a Hierarchical Logit model, controlling by covariates like self-efficacy, teacher bias, school fixed effects and parent's education. Results show that women's STEM career choice is not influenced by interaction with a STEM woman teacher throughout the high school. On the other hand, student's self-efficacy has a positive impact in her career choice expectation. Also, a woman pursuing high school at a private school with vocational program has less likelihood to choose a STEM career than her counterpart at a public school with vocational program.

Palabras clave:

Modelos de rol, Elección de carrera, CTIM, STEM, Sexo

Contenido

Agradecimientos	3
Resumen.....	4
Abstract	4
Introducción.....	6
1. Marco teórico.....	8
1.1. Decisión de distribución de tiempo de docencia del docente.....	10
1.2. Patrones de interés del estudiante en carreras CTIM.....	11
2. Estado del arte.....	12
2.1. Disparidad de habilidades cognitivas entre sexo.....	13
2.2. Modelos de rol y emparejamiento de sexo.....	15
2.3. Factores socioculturales	18
3. Datos y caracterización.....	19
3.1. Tratamiento de los datos PISA 2015	25
4. Metodología.....	26
5. Resultados.....	28
6. Conclusiones.....	35
7. Referencias	37
8. Anexos.....	44

Introducción

La participación de las mujeres tanto en la educación como en el mercado laboral de Ciencia, Tecnología, Innovación y Matemáticas (CTIM) es baja (OECD, 2017; UNESCO Institute for Statistics, 2019). Para Estados Unidos, a pesar de que las mujeres representan el 50% de la población que va a educación terciaria, su participación en ocupaciones CTIM es baja (25%) (Dasgupta & Stout, 2014; Beede, y otros, 2011). De manera similar ocurre para Colombia. En 2017, sólo el 27.3% de los inscritos en primer año de programas CTIM eran mujeres. Además, sólo el 3% de estas mujeres estaban matriculadas en programas de matemáticas, estadística, química y física; patrón que se ha mantenido en los últimos años¹ (Ministerio de Educación Nacional, s.f.).

La evidencia para Colombia sugiere que además del estrato y la educación y ocupación de los padres, factores motivacionales como los estereotipos podrían explicar la baja participación de las mujeres en áreas CTIM (Fernandez, Schaaper, & Bello, 2016; Castillo, Grazi, & Tacsir, 2014; Zubieta, 2006; Abadía & Bernal, 2016). Pocas investigaciones en Colombia han analizado la relación entre la interacción del alumno y el docente del mismo sexo y la inscripción a una carrera CTIM (Londoño, 2015; Dulce Salcedo, Maldonado, & Sánchez, 2019). Sin embargo, ninguna ha estudiado el efecto de dicha interacción sobre la expectativa de inscripción a una carrera CTIM. Así, este trabajo contribuye a la literatura analizando dicha interacción entre las estudiantes y las docentes de áreas CTIM en el colegio, como modelos de rol para la expectativa de elección de una carrera CTIM.

De esta manera, este trabajo se basa en la hipótesis de una relación positiva entre los modelos de rol - las docentes CTIM- y la expectativa de elección de una carrera CTIM, analizada por medio de un Logit multinivel. (Lent, Brown, & Hackett, 2002; Cheryan, Siy, Vichayapai, Drury, & Kim, 2011; Stout, Dasgupta, Hunsinger, & McManus, 2011). Los resultados indican que las estudiantes que reciben clases de ciencias por parte de docentes mujeres, no tienen expectativas diferentes de elección de carrera CTIM de las estudiantes que no tuvieron dicha interacción. Además, aumentar la autoeficacia en una unidad explica un aumento del 3% en la expectativa de ocupación CTIM de las estudiantes, manteniendo todo lo demás constante.

¹ Entre 2001 y 2017, solo el 4.8% de los egresados de programas CTIM eran mujeres de un programa de ciencias duras. (Ministerio de Educación Nacional, s.f.). Los programas CTIM se identificaron por áreas de conocimiento, excluyendo los programas de medicina. Para el cálculo se tuvo en cuenta como nivel superior el nivel técnico, tecnológico, universitario, especialización, maestría y doctorado.

La literatura señala que, además de las habilidades cognitivas absolutas y relativas², factores motivacionales como creencias individuales y sociales (sesgos y estereotipos de sexo) de las habilidades, importan, a pesar de ser difíciles de capturar (Kell, Lubinski, Benbow, & Steiger, 2013; Castillo, Grazzi, & Tacsir, 2014; Park, Lubinski, & Benbow, 2007; Valla & Ceci, 2014; Cho, 2012; Wang, Ye, & Degol, 2016; Rothwell, 2014; Wang & Degol, 2014; Wang & Degol, 2017; Nugent, y otros, 2015). En este sentido, analizar la expectativa de carrera CTIM en lugar de la inscripción es relevante por dos razones. Primero, los modelos de rol, como mecanismo para contrarrestar los estereotipos, pueden tener mayor efecto en la transición del colegio hacia la universidad que en otro momento (OECD, 2017). Segundo, considerar la inscripción a la universidad puede generar sesgos. En Colombia la tasa de transición inmediata de la secundaria a la educación superior fue 38.7% en 2018; por lo cual, usar los datos de inscritos permitiría observar una muestra no aleatoria del 39% del universo. Además, analizar las elecciones de los estudiantes, indistinto de la edad, podría tener sesgos si no se consideran factores como la experiencia laboral u otros estudios previos a la inscripción como determinantes de la elección.

Siguiendo lo anterior, esta investigación también aporta a la literatura a través del uso de datos no tradicionales. Las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) 2015 fueron usados, por sus bondades en: i) representatividad prácticamente a nivel de salón; ii) selección aleatoria y representativa de los estudiantes que presentan dichas pruebas que permite explotar esa variación (Ministerio de Educación Nacional, 2014); iii) disponibilidad de información específica de los docentes CTIM; iv) estimación de un índice de autoeficacia de los estudiantes y v) disponibilidad de variables para aproximarse a la medición del sesgo docente, estos últimos factores motivacionales difíciles de observar, pero relevantes en la elección de carrera CTIM.

Este documento está organizado en siete secciones, siendo la primera de ellas esta. La segunda expone el marco teórico que sustenta investigación. Posteriormente, se expone el estado del arte de las investigaciones en el tema, presentados por cuatro tipos de barreras académicas y no académicas que han sido estudiadas para explicar este fenómeno. La cuarta y quinta sección presentan los datos y la metodología usada. Los resultados de las estimaciones son discutidos en la quinta sección. Por último, las conclusiones son descritas en la sección siete.

² Wang (2016) identifica tres perfiles de habilidades cognitivas a partir de las debilidades o dominios absolutos en matemáticas, ciencias y lenguaje. El primer perfil corresponde a un individuo con habilidades moderadas en ciencias y matemáticas y habilidades bajas en lenguaje, es asimétrico. El segundo perfil es simétrico en las habilidades, es decir un individuo con las altas habilidades en matemáticas, ciencias y lenguaje. El tercer perfil es el de un individuo con bajos desempeños en matemáticas, lenguaje y ciencias, pero es simétrico. Así, un individuo tiene fortalezas cognitivas relativas si tiene un perfil como el segundo y habilidades cognitivas absolutas si se asemeja a un perfil como el primero, o se caracteriza por tener fortaleza en solo una de las áreas.

1. Marco teórico

Esta sección presenta un breve contexto de los desarrollos teóricos desde la psicología de los modelos de rol y un modelo formal, entendidos como una docente que es un ejemplo para seguir por una estudiante que se siente identificada con ella. La literatura ha encontrado varios factores que inciden; sin embargo, en este documento se hace énfasis en la autoconfianza, modelos de rol y sesgos docentes, basado en lo propuesto por Paredes (2014) y Sansone (2017)³.

La psicología ha desarrollado avances teóricos de los efectos de los factores socioculturales basados, principalmente, en tres elementos: la autosuficiencia y autoconfianza, los estereotipos⁴ y los modelos de rol⁵ de padres y docentes (Henriksen, Dillon, & Ryder, 2015); sin embargo, ninguno de estos avances tiene una orientación formal en las ciencias del comportamiento. Estos análisis son descriptivos.

Estereotipos y autoconfianza en el marco de un modelo de rol para la elección de carrera profesional

Bajo la teoría de la carrera cognitiva social⁶ se han desarrollado constructos y análisis del efecto de los estereotipos, la autoconfianza en el dominio de un campo, los intereses y los factores de contexto que influyen en la elección de carrera (Fouad & Santana, 2017). Si un grupo padece de estereotipos, su confianza se afecta de manera negativa. De manera similar, la confianza que tiene un individuo respecto de sus capacidades incide sobre las decisiones que se toma.

³ Sansone (2017) propone un marco teórico más sintético, basado en Paredes (2014).

⁴ De acuerdo con la Asociación Estadounidense de Psicología (2015), los estereotipos son un conjunto de generalizaciones cognitivas (p. ej., creencias, expectativas) sobre las cualidades y características de los miembros de un grupo o categoría social. Estereotipos, como esquemas -modelos-, simplifican y facilitan percepciones y juicios. Estos suelen ser exagerados, más negativos que positivos y persistentes, incluso si los perceptores encuentran individuos con cualidades que no son congruentes con el estereotipo.

Adicionalmente, señalan que los estereotipos de sexo y sexo son:

Un concepto relativamente fijo y excesivamente simplificado de las actitudes y comportamientos considerados normales y apropiados para un hombre o mujer en una cultura específica. Los estereotipos de sexo a menudo son el soporte del condicionamiento social de los roles de sexo.

⁵ La Asociación Estadounidense de Psicología (2015) señala que los modelos de rol son: “una persona o grupo de personas que sirven como ejemplo para las metas, actitudes o comportamiento de un individuo, con quien se identifica un individuo y busca imitarlo como modelo de rol”.

⁶ La teoría de la carrera cognitiva social, conocida como SCCT por sus siglas en inglés, comprende modelos de desarrollo de intereses, de elección y de desempeño. Específicamente, las tres variables centrales de este modelo para la explicación del proceso de desarrollo de carrera son: i) la autoconfianza, ii) las expectativas de resultado y iii) metas personales. Este modelo ha sido ampliamente usado para estudiar comportamientos psicosociales como el educativo, en la salud y la gestión organizativa (Lent, Brown, & Hackett, 2002).

Además, la autoconfianza y los intereses de los individuos se ven afectados por factores de entorno como los modelos de rol⁷, pues resultan ser ejemplos para seguir por estos individuos, quienes se sienten identificados con esas referencias. A pesar de que existe evidencia de la incidencia positiva de los modelos de rol femeninos sobre las actitudes hacia la elección de carreras CTIM (Lent, Brown, & Hackett, 2002; Cheryan, Siy, Vichayapai, Drury, & Kim, 2011; Stout, Dasgupta, Hunsinger, & McManus, 2011), los modelos de rol pueden tener sesgos hacia uno u otro sexo a partir de sus creencias. Por ello, este trabajo hace uso de un modelo que considera las preferencias de los docentes y los factores convencionales que determinan el desempeño de un estudiante en un área, como lo propone Paredes (2014), pese a que en la práctica es difícil observar y modelar el sesgo docente.

En este contexto, Paredes (2014) menciona que el sexo de un docente como modelo de rol es relevante por dos razones. En primer lugar, porque puede afectar positivamente el desempeño y comportamiento de sus estudiantes, por medio de la motivación de estudiar sus profesiones CTIM y la preferencia por las asignaturas que ofrece el docente. La segunda razón, son los efectos positivos o negativos del comportamiento del docente. Las preferencias de este último pueden generar sesgo en el proceso de enseñanza a través de la dedicación hacia uno u otro sexo de los estudiantes, bien contrarrestando estereotipos o reafirmando los.

De esta manera se analizan dos componentes con el modelo, el proceso de asignación de tiempo de docencia a cada sexo y, el aprendizaje del estudiante (Paredes, 2014). El primer componente expone el efecto de un sesgo docente, mientras el segundo describe la relación entre los modelos de rol y el desempeño de los estudiantes en las pruebas. Atendiendo al objetivo de esta investigación, se detallará más el segundo componente.

⁷ De acuerdo con Morgenroth y Ryan (2015) un modelo de rol es un individuo que representa un ejemplo de comportamiento respecto de su papel en un contexto. En este sentido, un modelo de rol es una guía de comportamiento, por cuanto muestra cómo ejercer una habilidad y lograr un objetivo; es una representación de algo posible, pues refleja que una meta es alcanzable y es una inspiración en la medida que forman intereses en los individuos. Adicionalmente, Gibson (2004) señala que la definición de modelo de rol puede ser vista desde dos frentes. Por un lado, se refiere a la identificación de los individuos con personas que tienen roles sociales importantes -lo vinculante está en actitudes, metas, comportamientos y elementos motivacionales-. y por otro lado, es el ajuste psicológico de las habilidades cognitivas y los patrones de comportamiento entre un individuo y otra persona observada, es decir, que un individuo considera que puede aprender de otras nuevas tareas, habilidades y normas -vinculada al aprendizaje-. Por tanto, los modelos de rol son una construcción cognitiva basada en los atributos de las personas en sus roles sociales.

Los docentes son considerados modelos de rol porque recogen el comportamiento expectativo, situacional y personal, pese a que lo central en un docente como modelo de rol es su comportamiento profesional (Beezar, 1974).

1.1. Decisión de distribución de tiempo de docencia del docente

Como se mencionó previamente, el sexo del docente de las clases CTIM importa bien sea porque es un modelo de rol para los estudiantes del mismo sexo, porque puede fortalecer estereotipos entre sexo y habilidades o porque puede tener preferencias de sexo, y en consecuencia de dedicación, que afectan el aprendizaje y los intereses de los estudiantes en la materia. De manera formal, estas preferencias del docente se pueden representar a través de una función de utilidad que depende de las horas que un docente dedica a uno u otro sexo. Se supone que el docente tiene un número fijo de horas para asignar a la enseñanza (\bar{H}), las cuales puede distribuir entre horas dedicadas a hombres (1) y mujeres (2), como se muestra en la ecuación 1.

$$h_1 + h_2 = \bar{H} \quad (1)$$

La distribución del tiempo del docente le genera una utilidad $U(h_{id})$ que, además, depende de las preferencias que pueda tener un docente hacia un sexo. De esta manera, un docente enfrenta el siguiente problema de maximización de la utilidad indirecta V_d -ecuación 2-.

$$\max_{h_{1d}h_{2d}} V_d = \sum_{i=1}^2 \alpha_{id} \frac{N_i}{N_t} U(h_{id}) \quad \text{sujeto a } \bar{H} = h_1 + h_2 \quad (2)$$

Donde i se refiere al sexo del estudiante, d se refiere al sexo del docente, N_i es la cantidad de estudiantes de cada sexo, N_t es la cantidad total de estudiantes en salón (mujeres y hombres) y, α_{id} es un parámetro que captura la preferencia del docente hacia su mismo sexo y está delimitado como $\alpha_{id} \leq 1$. $U(h_{id})$ es una función de utilidad creciente de h .

$$i, t \in \{1,2\}$$

$$\alpha_{id} = \begin{cases} 1 & \text{si } i = d \\ \alpha_d < 1 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Desde el punto de vista de la maestra, quien debe asignar sus horas de enseñanza entre niños y niñas, y suponiendo que sus preferencias son monótonas y que existe sesgo hacia su mismo sexo, la utilidad marginal (Umg_{hid}) de dedicar horas de enseñanza a las niñas es mayor que para los niños, por cuanto el parámetro α_{id} es igual a uno para las alumnas e inferior a uno para los hombres, como se muestra a continuación.

$$Umg_{h22} = \alpha_{22} N_2 = N_2$$

$$Umg_{h21} = \alpha_{21} N_1$$

Cómo se mencionó previamente, si existe sesgo docente el parámetro clave en la decisión de la maestra para asignar horas de clase dedicadas a las niñas, es α_{22} . Debido a la existencia de dicho sesgo docente, la utilidad marginal de las horas dedicadas a las niñas es superior a las dedicadas a los niños, pues el parámetro α_{12} es menor que uno. Así, las maestras asignarán más tiempo a las niñas de lo que lo hacen los profesores hombres.

$$Si \alpha_d < 1 \rightarrow h_{ii} > h_{ij} \quad i \neq j$$

Finalmente, si un docente no tiene sesgo, es decir es indiferente al sexo del estudiante realizará la misma distribución de horas para niños que para niñas y las utilidades marginales de dedicación de tiempo serán iguales.

1.2. Patrones de interés del estudiante en carreras CTIM

Hasta el momento se ha presentado el componente de sesgo docente y su efecto sobre la dedicación que reciben los estudiantes del mismo sexo. De igual manera, se expuso el efecto de modelo de rol del docente sobre el interés del estudiante en la asignatura, a través de la dedicación recibida por parte del docente. Sin embargo, no se ha analizado como las características y creencias individuales sobre las habilidades también son determinantes de la elección de carrera. A continuación, se presenta el componente del modelo dedicado a estos aspectos.

La decisión elección de carrera profesional en los jóvenes es una función de producción cuyos insumos son los modelos de rol a los que está expuesto el estudiante, sus características -incluyendo sus habilidades-, las características del contexto en el que se educa y los choques externos a su proceso de aprendizaje (ecuación 3).

$$P_{id} = S(f_i(h_{id}, h_{jd}), \beta_i r_{idhs}, X_i, Z_i) + \varepsilon \quad (3)$$

$$i \neq j \quad i, j \in \{1, 2\}$$

$$f_i(h_{id}, h_{jd}) = \frac{h_{id}}{N_i} + \tau_i \left(\frac{h_{jd}}{N_i + N_j} \right) \quad (4)$$

Dónde τ_j dentro de f_i describe la forma en que un niño puede aprender de las horas de enseñanza dedicadas al sexo opuesto h_{jd} , pero aprende más de las horas dedicadas a su propio sexo (ecuación 4). Es importante mencionar que a través de este modelo no se pretende promover la asistencia o desarrollo de colegios femeninos o masculinos, sino que se busca exponer la forma en que el emparejamiento de sexo incide en los intereses y decisiones de los estudiantes.

Por su parte, r_{idhs} es el efecto del modelo de rol que depende del docente (d), el hogar del alumno (h) y la sociedad (s) como se muestra en la ecuación 5. Considerando la hipótesis de este trabajo, la función que describe el comportamiento de los modelos de rol es creciente, y r_{id} es igual a 1 si una alumna tiene una maestra de áreas CTIM y 0 sí no. De manera similar, se supone que el efecto de modelo de rol de una profesora es mayor en niñas que no tienen modelos de rol en su hogar o para aquellas áreas en las que la sociedad tiene estereotipos negativos, por ejemplo, en ciertas carreras tecnológicas. No obstante, si $\beta_i > 0$ entonces la estudiante está expuesta a modelos de rol positivos, pero si $\beta_i = 0$, no existen efectos de modelo de rol.

$$r_{idhs} = k(r_{id}, r_{ih}, r_{is}) \quad (5)$$

$$\frac{\partial^2 k}{\partial r_{id} \partial r_{ih}} < 0 \quad \frac{\partial^2 k}{\partial r_{id} \partial r_{is}} < 0$$

Si bien los modelos de rol pueden adolecer de sesgos docentes hacia su mismo sexo, para efectos de esta investigación supondremos que los maestros son imparciales frente a las horas que dedican para sus estudiantes. De esta manera, $\alpha_d = 1$, $\beta_2 > 0$ y $h_{12} = h_{22}$. La ecuación 6 muestra el efecto esperado de una joven que recibió clases de una maestra en áreas CTIM sobre su interés de estudiar un programa de estos campos. El efecto de modelo de rol con emparejamiento de sexo es superior al de no emparejamiento por el supuesto $r_{22} = 1$.

$$E[P_{22} - P_{21}] = S(f_2(h_{22}, h_{12}), \beta r_{dhs}, X_2, Z_2) + \varepsilon - S(f_2(h_{21}, h_{11}), \beta r_{2dhs}, X_2, Z_2) + \varepsilon > 0 \quad (6)$$

$$r_{22hs} = k(1, r_{2h}, r_{2s}) > r_{21hs} = k(0, r_{2h}, r_{2s})$$

2. Estado del arte

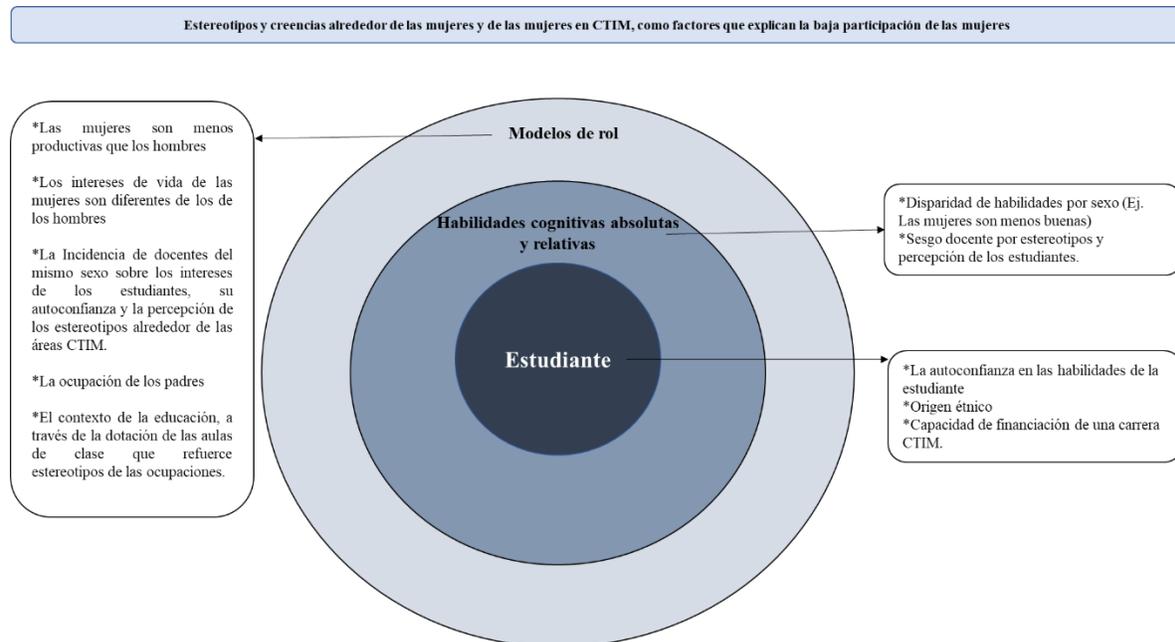
La evidencia descrita en esta sección presenta los efectos de los factores identificados en la literatura que explican la baja participación de las mujeres en las áreas CTIM, de acuerdo con el contexto y objetivo de este trabajo. Esta sección está organizada en subsecciones con las preguntas de investigación a las que la literatura revisada aporta evidencia. La primera parte está dedicada a los análisis de diferencias de habilidades cognitivas, la segunda subsección presenta los hallazgos de los efectos de modelos de rol y el emparejamiento de sexo entre maestro y estudiante; posteriormente se expone lo referente a las creencias sobre sí mismo (autoconfianza) y, por último, se describen las investigaciones de estereotipos de la sociedad sobre los sexos, como un factor sociocultural.

El bajo involucramiento de las mujeres en las áreas CTIM es un asunto que inicia en la escuela y continúa en etapas de vida posteriores a la educación (Wang & Degol, 2017). Las explicaciones de la

baja participación tanto en educación como en el mercado laboral se encuentran en la persistencia de mitos y clichés (Tacsir, Grazzi, & Castillo, 2014). Dentro de estos se destacan: i) las mujeres no tienen habilidades para estas carreras, ii) la academia es netamente meritocracia, iii) los miembros femeninos de facultad son menos productivos que los hombres y iv) las mujeres están más interesadas en la familia que en realizar una carrera.

Dentro de las profesiones CTIM existen bajas participaciones de las mujeres que son más notorias en ciertas carreras que en otras. Por ejemplo, las mujeres tienden a estudiar más carreras asociadas a ciencias naturales, como biología o química que ingenierías como la mecánica o mecatrónica. Los efectos de estas elecciones se reflejan en el mercado laboral, donde pese a que las mujeres sean profesionales CTIM, la probabilidad de ocuparse en un trabajo CTIM es menor respecto de los hombres con profesión CTIM. Además, las mujeres tienen mayor probabilidad de trabajar en educación o salud (Cerinseka, Hribara, Glodez, & Dolinsek, 2013; Beede, y otros, 2011). A continuación, se presenta un esquema de la organización de la revisión de literatura (Figura 1), y posteriormente se exponen las contribuciones más importantes y recientes sobre algunos de los factores con los que se ha explicado la baja participación de las mujeres.

Figura 1. Elementos que inciden en la participación de las mujeres en las áreas CTIM



Fuente: elaboración propia

2.1. Disparidad de habilidades cognitivas entre sexo

Las habilidades cognitivas de los estudiantes son tan relevantes como la motivación de elección de carrera profesional. A pesar de que un alto desempeño en matemáticas o habilidades científicas es un factor relevante para las ocupaciones CTIM (Rothwell, 2014), las habilidades cognitivas por si solas no explican suficientemente bien las diferencias de elección de carrera (Kell, Lubinski, Benbow, & Steiger, 2013; Park, Lubinski, & Benbow, 2007; Valla & Ceci, 2014). Para mostrar lo anterior y generar evidencia frente a la hipótesis de disparidad de habilidades cognitivas entre sexo, se han desarrollado investigaciones cuya evidencia no es concluyente ni generalizada.

Wang, Ye & Degol (2016) estudian la incidencia de las habilidades cognitivas⁸ y los mecanismos motivacionales (relativo interés o valoración de las matemáticas y ciencias) que afectan las decisiones de escoger profesiones CTIM. Haciendo uso de un panel longitudinal de estudiantes estadounidenses observados en noveno grado y a los 33 años, encuentran que las habilidades cognitivas relativas explican mejor la decisión de estudiar una carrera CTIM. Así mismo, los autores señalan que los individuos que tienen habilidades cognitivas relativas, es decir habilidades en matemáticas, ciencias y lenguaje, tienen una variedad más amplia de ocupaciones que escoger que aquellos que tienen habilidades absolutas. Adicionalmente, los estudiantes con habilidades cognitivas absolutas, con alta valoración por el campo de acción de la ciencia y baja orientación hacia el altruismo, son el grupo poblacional con mayores probabilidades de elegir una carrera CTIM. De manera similar ocurre con los estudiantes con habilidades relativas.

Fairfield & McLean (2013), a partir de datos de la Organización Económica para la Cooperación y Desarrollo (OECD) para 65 países, muestran que en Estados Unidos las niñas tienen un desempeño por debajo de los niños en las pruebas de ciencias, hecho estilizado que se observó para Colombia y de manera más acentuada, dónde la brecha es del 5,4%. Sin embargo, de acuerdo con cifras del Instituto Colombiano para la Educación (ICFES) para el período 2014-2 y 2015-1⁹, cerca del 60%, tanto de hombres como mujeres, consideraban que sus habilidades en matemáticas son promedio, evidenciando la no existencia de grandes brechas de autopercepción entre sexo alrededor del promedio. Adicionalmente, el restante 40% de los estudiantes se distribuyeron de manera disímil entre sexo, mientras el 22.3% de las niñas piensa que obtendrá un puntaje bajo, en los niños el 19.2% cree ello. De manera similar, el 18.5% de los niños esperan tener un puntaje alto, mientras que solo el 14.8% de las niñas esperan ello.

⁸ Matemáticas, ciencia y lenguaje

⁹ Las cifras se presentan para esos períodos, pues en ellos el ICFES indagó por el interés en cursar estudios superiores haciendo una ampliación en el detalle de qué programa.

2.2. Modelos de rol y emparejamiento de sexo

Los resultados de las investigaciones sobre la incidencia de los modelos de rol, basados en el supuesto de una influencia inmediata y duradera sobre las aspiraciones de las mujeres, no son concluyentes¹⁰ (Beaman, Duflo, Pande, & Topalova, 2012; Dasgupta N. , 2011). Dee (2007) analiza la relación entre el sexo del docente y el desempeño de los estudiantes para materias CTIM, por medio de un modelo de efectos fijos por estudiante para Estados Unidos. Sus hallazgos sugieren que existe una relación positiva entre el emparejamiento con el sexo del docente y el puntaje del estudiante en los exámenes, así como las percepciones del profesor respecto del desempeño del estudiante y la participación de los estudiantes en los temas del profesor.

Beaman y otros (2012) evalúan el efecto de líderes femeninas sobre las aspiraciones y logros de las niñas de la India, encontrando resultados positivos de dicha exposición, reduciendo la brecha de sexo en aspiraciones y logros en 32 % y el tiempo dedicado por las niñas a las labores del hogar. Además, la literatura señala que variables como modelos de rol en la familia, la educación de los padres o su ocupación pueden influir en la toma de decisiones de estudiar carreras CTIM (Amundson, 2017; Jacobs, Ahmad, & Sax, 2016; Bachman, Hebl, & Rittmayer, 2009). La evidencia muestra que existe un impacto directo del nivel de la educación de los padres sobre la decisión de elegir una carrera CTIM, entre mayor es el nivel de educación, la incidencia es más significativa (Sahin, Ekmekci, & Waxman, 2017; Sonnert, 2009)

En contraste, Cheryan y otros (2011) muestran que la exposición de mujeres a modelos de rol del mismo sexo no tiene efecto sobre las creencias de su éxito en las áreas CTIM. Los autores encuentran que las mujeres que interactúan con modelos de rol sin estereotipos creen que van a tener mayor éxito en los campos CTIM que aquellas que no tienen esta exposición. De igual manera, Beaman y otros (2012) señalan que trabajos como los de Canes & Rones (1995) y Price (2010) muestran que un modelo de rol femenino puede no tener efectos sobre la participación de las mujeres, pues aumentar la proporción de mujeres en una facultad, no implica un aumento subsecuente en la proporción de estudiantes.

Por su parte, Cho (2012) evalúa el impacto del emparejamiento del sexo del profesor y de los estudiantes sobre los logros académicos de los niños de 15 países de la OECD¹¹, encontrando baja

¹⁰Dasguta (2011) afirma que un modelo de rol sirve para atender los retos de subrepresentación de un grupo poblacional. En el caso de las mujeres, el autor expone que los modelos de rol sirven para atraer y retener mujeres en las áreas CTIM.

¹¹ El autor usa la base de datos de Tendencias Internacionales en Matemáticas y Ciencias (TIMSS por sus siglas en inglés) para el análisis.

evidencia de una relación positiva entre el emparejamiento del sexo y lo logros académicos. En ocho de los 15 países estudiados el sexo del profesor no tiene un impacto significativo en el puntaje de las pruebas de los estudiantes. No obstante, para aquellos países en los que es significativa la relación, su comportamiento es heterogéneo entre los países¹². Por el contrario, Mishkin et. al. (2016) concluyen que las mujeres tienden a ser más influenciadas por otras personas de lo que lo son los hombres. Así, los modelos de rol, según los autores, se podrían usar para incentivar la participación de las mujeres en los campos CTIM, pues las mujeres suelen seguir las normas sociales¹³.

Para Colombia la evidencia tampoco es concluyente frente al efecto de los modelos de rol de los docentes sobre las aspiraciones y desempeño académico de los estudiantes. Mientras que Londoño (2015) encuentra un efecto positivo de las docentes sobre el rendimiento educativo de las estudiantes para el período 2009-2012, a partir de las Pruebas de Saber 11 y de la Resolución 166 de 2008 y 2009 del Ministerio de Educación Nacional; Salcedo, Maldonado y Sánchez (2019) encuentran que para Colombia no hay efecto de modelo de rol de las docentes del colegio sobre la probabilidad de estudiar un pregrado CTIM de las mujeres¹⁴. Adicionalmente, a pesar de que Londoño (2015) encuentra efectos positivos, también evidencia que para matemáticas las profesoras son 0.0239 desviaciones estándar menos efectivas en el desempeño de las niñas respecto del efecto sobre los niños. De esta manera, investigaciones como las que desarrolla este documento pueden contribuir a la discusión de los modelos de rol.

Autoconfianza de las mujeres en sus habilidades

La valoración de las habilidades cognitivas ha sido abordada como un asunto de autoconfianza desde la psicología, entendida la autoconfianza como la percepción que tiene una persona acerca de sus habilidades. En este sentido, la literatura señala que la baja participación de las mujeres en las áreas CTIM, se debe a que suelen subestimar sus habilidades en estas áreas (Cheryan, Siy, Vichayapai, Drury, & Kim, 2011). Así, a pesar de que las calificaciones de las mujeres son mejores que las de los hombres en las asignaturas CTIM del colegio, la autoconfianza de las mujeres en sus capacidades no les permite ocuparse en dichas actividades.

¹² Mientras que si un niño en Canadá recibe clases de un docente varón puede alcanzar 0.06 desviaciones estándar adicionales en el puntaje de las pruebas, esta misma situación en Japón solo le permite obtener 0.04 desviaciones estándar adicionales¹².

¹³ Para concluir esto Mishkin et. al. (2016) se basan en la Teoría del Comportamiento Planeado y hacen uso de datos recolectados para 330 estudiantes de pregrado a través de una encuesta.

¹⁴ Los autores encuentran los resultados a partir de un modelo Logit y haciendo uso de los datos del ICFES y del Ministerio de Educación de inscritos por pregrado.

Parte de las investigaciones de la elección de carrera CTIM de las mujeres se han soportado en la teoría de agencia y autoeficacia¹⁵. Desde la autoconfianza, la decisión de estudiar carreras CTIM y la persistencia en estos campos de estudio guardan una relación positiva. En contraste a este enfoque, el de agencia se aplica para las acciones que crean, avanzan o desarrollan la educación en carreras CTIM (Creamer & Laughlin, 2005).

A pesar de que la autoconfianza es una variable individual, está relacionada con aspectos culturales como la raza. Moakler y Kim (2014) identifican que las estudiantes tienen mayor probabilidad de elegir estudiar carreras CTIM si existe confianza en sus habilidades matemáticas y, si los padres tienen ocupaciones en estas áreas. Así mismo, a través de una profundización del análisis por raza, encuentran que las mujeres afroamericanas y latinas en Estados Unidos tienen la misma probabilidad de elegir carreras CTIM que las asiáticas, si tienen confianza en sus habilidades matemáticas.

Por otra parte, Sansone (2017) presenta evidencia de la relevancia que tienen: i) el comportamiento de los docentes de ciencias y matemáticas con sus estudiantes y ii) las percepciones de estos profesores acerca de sus estudiantes, sobre los intereses y la autoconfianza de los niños en las áreas CTIM, más allá del efecto que tiene el sexo del docente per sé. Los resultados indican que, controlando por características y actitudes del docente, se reduce el efecto de emparejamiento de sexo entre el docente y el estudiante sobre los intereses y autoconfianza del estudiante.

Por su parte, Bahar & Adiguzel (2016) encuentran que la motivación propia es el factor de influencia más importante sobre el interés en los campos CTIM de los estudiantes americanos, mientras que la influencia de la madre lo es para los alumnos turcos. Esto último se justifica en que las madres son más influyentes que los padres en la formación de las aspiraciones de los estudiantes.

Para Colombia, Amaya, Díaz y Sánchez (2017) presentan los resultados de un piloto de curso de robótica implementado en un colegio de Cali en estudiantes de noveno grado, con el fin de amentar el interés y las habilidades de las estudiantes en las áreas CTIM. Los autores encuentran que la metodología de enseñanza incide en el interés de las estudiantes, pero se diluye a lo largo del curso. Por ejemplo, el interés de las niñas en las áreas CTIM se redujo luego de las primeras clases del curso de robótica, frente a lo observado antes de tomar el curso. No obstante, el 42% de las niñas tratadas no les interesa participar en otros proyectos de robótica, electrónica o programación, después de tomar el curso.

¹⁵ Para efectos de este campo de estudio, la autoeficacia es entendida en la literatura como las creencias de las personas acerca de sus capacidades para producir niveles de desempeño designados que ejercen influencia sobre eventos que afectan nuestra vida. (Bandura, 1994) (Creamer & Laughlin, 2005)

2.3. Factores socioculturales

Poseer fortalezas cognitivas es importante para emplearse en carreras CTIM, pero no es el único determinante para elegir esas ocupaciones (Wang, Eccles, & Kenny, 2013). Medir factores subjetivos en los individuos es difícil, pero aún más difícil son los estereotipos de las sociedades y factores socioculturales cuyo modelamiento es complejo, lo que dificulta encontrar evidencia robusta de ello. En este sentido, esta subsección está dedicada a presentar la evidencia de los efectos de factores socioculturales sobre la elección de carrera profesional.

La forma más plausible de incidencia de factores socioculturales sobre la elección de carrera son los estereotipos. Kahn y Ginther (2017) señalan que, de los resultados de las investigaciones económicas y psicológicas, se infiere que los niños están expuestos a estereotipos de asociación entre matemáticas y masculinidad desde edades tempranas en los colegios. Sin embargo, los autores indican que cerca de la adolescencia y pubertad es posible romper los estereotipos y alcanzar buenos desempeños en matemáticas si los estudiantes creen que pueden desarrollar esas habilidades (Blackwell, Tresnewski, & Dweck., 2007; Nix, Perez-Felkner, & Kirby, 2015).

Los resultados del Estudio Longitudinal de Personas Jóvenes en Reino Unido (LSYPE) evidencian que para los jóvenes entre 18 y 19 años los determinantes para estudiar una carrera CTIM son sexo, origen étnico, actitudes hacia materias CTIM e inglés, creencias sobre las habilidades propias y tener un plan de carrera. No obstante, en el análisis se consideraron variables como las creencias entorno a los trabajos en campos CTIM y las principales razones para ir a la universidad. Se encontró que el 50.7% de los pakistaní observados estudian pregrados CTIM, versus los blancos, donde el 39.0% lo hace (Institute for Employment Research, 2011), evidenciando que aspectos culturales si pueden marcar diferencias.

Cheryan, Tabak y Meltzoff (2011) a través de un conjunto de experimentos encuentran que la inscripción de mujeres a cursos de computación se ve afectada de manera negativa si los salones tienen objetos vinculados a estereotipos¹⁶. En los espacios con menores objetos vinculados a estereotipos en las CTIM, en los que se dictan dichos cursos hubo mayor intención de inscripción por parte de las mujeres en el curso.

La valoración de las ocupaciones y las habilidades son factores que inciden en la decisión de elección de carrera. A partir de un modelo de elección de educación para Francia, Benoöt (2017) infiere que para los hombres las decisiones de educación superior están en parte explicadas por las ganancias

¹⁶ Libros de ciencia ficción, partes de computadores, revistas de tecnología, video juegos, software, etc.

esperadas, mientras que dicha valoración tiene menor influencia para las mujeres. Adicionalmente, el autor encuentra que la valoración de las habilidades por parte de los estudiantes juega un papel importante en la elección de educación durante la secundaria. Por ejemplo, las niñas requieren tener un puntaje superior de una a tres desviaciones estándar en las pruebas de matemáticas para tener la misma probabilidad esperada de un niño de tomar un curso de ciencias.

En este sentido, esta investigación contribuye a literatura en la medida que innova en el momento de evaluación de la incidencia y en los datos usados. Para Colombia, las investigaciones se han concentrado en las estudiantes efectivamente inscritas en pregrados CTIM, mientras que este trabajo analiza las expectativas de elección de carrera al finalizar el colegio. Adicionalmente, gran parte de los estudios han hecho uso de los datos de pruebas de Estado y la base de datos de inscritos del Ministerio de Educación Nacional, sin embargo, poco se ha usado los datos de las pruebas PISA.

3. Datos y caracterización

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (2017), las Pruebas PISA son aplicadas a una muestra representativa poblacional compuesta por estudiantes de 15 años de colegios públicos y privados seleccionados por la OCDE. En las cuatro aplicaciones de estas pruebas en las que ha participado el país, aproximadamente, el 53% de los estudiantes de la muestra eran mujeres, lo que resulta ser una cifra representativa de la conformación de las aulas en Colombia, en donde según los registros del Sistema Integrado de Matrícula (SIMAT), el 53% de los estudiantes en grado décimo (grado modal de PISA) son mujeres.

Las pruebas PISA seleccionan a los estudiantes participantes a través de un muestreo aleatorio en dos etapas. Por un lado, se seleccionan los colegios participantes del ejercicio y por otro, se seleccionan los estudiantes dentro de los colegios participantes que harán parte de la prueba. Para la versión 2015, se hizo un capítulo especial de las habilidades en áreas CTIM, el interés de los estudiantes para trabajar en estas áreas y la motivación de los estudiantes para hacerlo. De esta manera, para dicha versión se construyeron índices de autoeficacia¹⁷ de las habilidades en ciencias por parte de los estudiantes, así como índices de contexto social del estudiante. Además, se identificó la profesión que

¹⁷ Percepción subjetiva de un individuo respecto de su capacidad de desempeñarse en un contexto dado o de obtener los resultados esperados (American Psychological Association, 2015). De acuerdo con la metodología PISA (2016) el índice de autoeficacia está construido a partir de ocho preguntas de capacidad para realizar actividades CTIM. Dichas preguntas fueron contestadas por los estudiantes. La valoración cualitativa fue traducida a una escala numérica por medio de una escala de la Teoría de Respuesta al Ítem (IRT por sus siglas en inglés) (OECD, 2017). De esta manera, el índice corresponde a la distancia en autoeficacia que tiene el joven observado frente a un estudiante OECD (Thomson, De Bortoli, & Underwood, 2017).

el joven aspira a estudiar a partir de la Clasificación Internacional de Ocupaciones, haciendo estos datos comparables con otros países.

Por su parte, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) semestralmente aplica pruebas de Estado de competencias para los jóvenes que culminan la media y el bachillerato. Su periodicidad está definida por el calendario bajo el cual los colegios operan, siendo A si el año académico inicia en el primer semestre del año y B si comienza en el segundo semestre. Solamente en los semestres 2014-2 y 2015-1 se incorporó el componente de expectativas de programa de educación superior y la motivación de ello. Sin embargo, sólo el 11% de los estudiantes respondió a estas preguntas, siendo el 55% mujeres y el 45% hombres. Esta baja tasa de respuesta dificultó el uso de estos datos para responder la pregunta de investigación.

Los datos de inscritos en Instituciones de Educación Superior del MEN tampoco se usaron, pues solo el 38.7% de los jóvenes que se graduaron de la educación media en 2018 hicieron transito inmediato a la educación superior (Ministerio de Educación Nacional, 2019). Esta cifra presenta avances lentos en el país. Para 2010 el 37.2% de los jóvenes continuaron sus estudios de educación superior, luego de culminar el bachillerato (OECD; World Bank, 2012). Esto sugiere que usar los datos de inscritos en programas de educación superior para los jóvenes de 15 y 16 años, capturaría el 38.7% del universo, lo que carece de representatividad al no ser una muestra aleatoria e incorporar la incidencia de otros factores adicionales a los motivacionales que se observarían en los estudiantes que lograron entrar a cursar un pregrado.

A esta baja tasa de transición de la media a la educación superior, se agrega que la demanda de educación superior en el país está determinada por los ingresos de la familia del estudiante y el comportamiento de la tasa de interés de los créditos educativos, en lugar de los retornos de la educación superior (Acevedo, Zuluaga, & Jaramillo, 2008).

De esta manera, mientras que con la elección efectiva de carrera profesional de los estudiantes se analiza porque se estudia una carrera (Dulce Salcedo, Maldonado, & Sánchez, 2019), en la expectativa de profesión se identifica qué motivó el interés de estudio de un programa, sin que aspectos como el financiamiento influyan en ese momento.

Por todo lo anterior y la oportunidad de contribuir a la literatura con evidencia de factores motivacionales, se usaron los datos PISA 2015 para el desarrollo de la pregunta de investigación. Específicamente, se explota la disponibilidad de variables como la autoeficacia de los estudiantes y la proporción de docentes femeninas CTIM en el colegio, variables no capturadas por los datos nacionales.

El análisis se realizó para 2015 considerando que es la información más reciente de PISA y que la selección de la muestra para la presentación de estas pruebas fue probabilística y representativa a nivel nacional. Además, los colegios participantes se obtuvieron a partir de un muestreo estratificado y sistemático y, los estudiantes seleccionados a través de un muestreo aleatorio simple¹⁸ (Ministerio de Educación Nacional; ICFES, 2017). Esto permite fortalecer el análisis al evitar sesgos de selección en la población objetivo. Un breve análisis descriptivo se realiza para los datos de la prueba PISA 2015 en Colombia, los resultados se presentan a continuación.

Colegios:

Para el año 2015, un total de 336 colegios públicos y privados participaron en las pruebas PISA. El 66% de estos son colegios públicos, mientras que el 27% indicaron ser privados (Tabla 1). El restante 7% no informó que si el colegio era del sector oficial o no. Adicionalmente, como se espera en el contexto colombiano, el tamaño de los salones en los colegios públicos es mayor que en los colegios privados. Los colegios públicos tienen salones, con una mediana de tamaño de 38 jóvenes, mientras en los privados la mediana es de 33.

Por otra parte, un porcentaje significativo de los colegios invierte recursos adicionales para estar al día en equipos de ciencia. En el caso de colegios del sector oficial este porcentaje fue de 45.6% de los colegios públicos participantes de las pruebas PISA, del otro lado, el 58.8% de los colegios privados realizan este tipo de inversiones.

En cuanto a la planta docente de ciencias de los colegios, los datos permiten identificar que parte es de planta y qué porción corresponde a tiempo parcial. Se encuentra que los datos varían significativamente entre instituciones. Mientras el 26.3% de los colegios tienen entre cero y dos docentes de ciencias en el colegio, el 24.7% tienen entre 3 y 4 docentes de ciencia y, solo poco más del 1% de los colegios cuentan con más de 4 docentes de ciencias en el plantel.

Docentes:

Los docentes de áreas CTIM y no CTIM de los colegios fueron 4.743 distribuidos en un 50.6% mujeres y un 46% hombres. El restante 4% no respondió cuál era su sexo. De estos, 1.718 son docentes de ciencias, matemáticas o tecnología. El restante, corresponde a docentes de ciencias

¹⁸ Para ambos casos, la unidad de muestreo fueron las sedes de los establecimientos educativos. Las principales variables usadas para la estratificación fueron: i) ciudad de sobremuestra, ii) presencia del grado modal (décimo grado) y iii) implementación de jornada completa. Complementario a lo anterior, variables relacionadas con el sector (oficial o privado) y la zona (rural o urbano) del establecimiento fueron usadas para la selección de colegios

sociales o lectura, escritura y literatura. Además, el 90.7% de los docentes CTIM están vinculados a las instituciones educativas de tiempo completo, mientras el restante 7.9% tiene una vinculación parcial con las instituciones educativas¹⁹.

Así mismo, la edad y experiencia de docentes de ciencias es variante entre los colegios. La mediana de edad de docentes de áreas CTIM es 43 años; no obstante, el 25% de los docentes está entre los 20 y 35 años, así mismo, la edad máxima razonable del reporte es de 68 años.

Por otra parte, la mediana de años de experiencia de los docentes de áreas CTIM es 16. Sin embargo, el 25% de los docentes tienen hasta nueve años de experiencia docente, mientras que el último decil de la distribución tiene entre 33 y 49 años de experiencia docente.

El nivel de formación de los docentes de áreas CTIM es de pregrado y maestría. El 42% de ellos tiene un pregrado, mientras el 57% cuenta con una maestría. La distribución por sexo en los docentes que tienen pregrado y maestría varía; sin embargo, en ambos casos las mujeres tienen menor participación. En pregrado las mujeres representan el 39%, mientras a nivel de maestría son el 48%. Además, llama la atención que docentes que dictan clases de matemáticas también enseñan ciencias, en concreto, el 20,5% en el caso de las docentes y el 28.2% en el caso de los docentes.

Estudiantes:

La distribución entre estudiantes con expectativa de estudiar un pregrado CTIM y estudiantes sin expectativa de ello era similar, independiente del sexo. No obstante, a partir de la aplicación de validaciones de preferencias vinculadas²⁰ con la expectativa de tener una ocupación CTIM se alcanzó una distribución de 29% y 71%, lo que se hace consistente con lo observado en la literatura (Tabla 1)

Además, al examinar los datos PISA 2015 para Colombia, se encontró que la proporción de alumnas que les gustaría estudiar una carrera CTIM es superior en colegios con programas académicos que, en aquellos con programas técnicos, siendo esta cifra del 19,4% (Tabla 1). Las carreras CTIM fueron clasificadas en un sentido amplio (profesiones vinculadas a ingenierías no intensivas en ciencias puras y profesiones vinculadas al agro) y estricto (profesiones intensivas en ciencias puras), de acuerdo con parámetros OECD de ocupaciones CTIM.

¹⁹ De acuerdo con el cuestionario de las pruebas PISA para docentes, el tiempo parcial de dedicación se refiere a una dedicación del 90% o menor por ciento de las horas que serían de tiempo completo.

²⁰ En la sección de tratamiento de datos se encuentra el detalle de las validaciones de preferencias realizadas

Tabla 1 Estadísticas descriptivas para colegios

Variable	Obs.	Media	D.E.	Min	Max
	Colegios				
Los docentes de ciencias están entre los mejores del equipo docente	318	.123	.329	0	1
Colegio es privado	313	0.291	0.455	0	1
Número total de docentes CTIM	314	5.697	2.661	1	14
Tamaño de las clases	313	35.428	11.977	13	53
Colegio privado	89	33.562	12.868	13	53
Colegio público	215	36.535	11.287	13	53
Proporción de docentes femeninas CTIM en el colegio	314	39.521	23.263	0	87.5
Inversión extra en actualización de equipamiento de ciencia	317	0.498	0.501	0	1
Colegio privado	90	0.589	0.495	0	1
Colegio público	219	0.457	0.499	0	1

Fuente: elaboración propia a partir de datos PISA 2015 para Colombia

Tabla 2 Estadísticas descriptivas globales y por sexo de los estudiantes

Variable	Hombres					Mujeres					Global				
	Obs.	Media	D.E.	Min	Max	Obs.	Media	D.E.	Min	Max	Obs.	Media	D.E.	Min	Max
Estudiantes															
Sin validaciones aplicadas															
Ocupación estricta CTIM	3032	0.493	0.500	0	1	3952	0.498	0.500	0	1	6984	0.496	0.500	0	1
Con validaciones aplicadas															
Ocupación estricta CTIM	2639	.3	.458	0	1	3341	.283	.45	0	1	5980	.29	.454	0	1
Autoeficacia	2541	-.072	1.129	-3.757	3.277	3241	-.101	1.146	-3.757	3.277	5782	-.089	1.138	-3.757	3.277
Interés en ciencias	2639	4.037	18.869	-1.93	99	3341	2.673	15.018	-1.93	99	5980	3.275	16.839	-1.93	99
Sesgo docente	2639	1.585	.583	1	4	3341	1.413	.48	1	4	5980	1.489	.535	1	4
Horas extras de matemáticas	2296	4.817	4.943	0	30	3017	4.55	4.65	0	30	5313	4.665	4.78	0	30
Índice de riqueza del hogar	2639	-1.121	2.286	-7.175	99	3341	-1.171	3.692	-7.18	99	5980	-1.149	3.15	-7.18	99
Promedio de habilidades teóricas	2639	6.119	.163	5.508	6.547	3341	6.071	.161	5.319	6.567	5980	6.092	.164	5.319	6.567
Promedio de habilidades aplicadas	2639	6.125	.166	5.498	6.538	3341	6.076	.166	5.317	6.543	5980	6.098	.168	5.317	6.543
Cursa once grado	2639	.279	.449	0	1	3341	.319	.466	0	1	5980	.302	.459	0	1
Índice de interacción social	2639	.212	.409	0	1	3341	.211	.408	0	1	5980	.211	.408	0	1
Expectativa de educación técnica	2639	.099	.298	0	1	3341	.045	.207	0	1	5980	.069	.253	0	1
Expectativa de educación universitaria	2639	.809	.393	0	1	3341	.882	.322	0	1	5980	.85	.357	0	1
Madre con educación profesional	2633	.49	.5	0	1	3336	.49	.5	0	1	5969	.49	.5	0	1
Padre con educación profesional	2637	.492	.5	0	1	3331	.469	.499	0	1	5968	.479	.5	0	1
Practica deporte después del colegio	2481	.754	.431	0	1	3185	.537	.499	0	1	5666	.632	.482	0	1
Colegio con programa vocacional	2639	.327	.469	0	1	3341	.331	.471	0	1	5980	.329	.47	0	1

Fuente: elaboración propia a partir de datos PISA 2015 para Colombia

3.1. Tratamiento de los datos PISA 2015

Este apartado describe las validaciones realizadas para el tratamiento y limpieza de la base de datos usada para responder la pregunta de esta investigación. En primer lugar, se limpió la base de datos de estudiantes, manteniendo únicamente observaciones de jóvenes que cursaran grado décimo y undécimo. Así mismo, se eliminaron las observaciones de estudiantes que no indicaron su aspiración ocupacional. En segundo lugar, se construyó una variable de la proporción de docentes femeninas de áreas CTIM en cada uno de los colegios, partiendo de las observaciones de docentes de áreas CTIM de la base de datos de docentes.

En tercer lugar, a partir de la base de datos de estudiantes y la pregunta de la aspiración ocupacional realizada a través de las pruebas PISA, se clasificaron las ocupaciones entre estrictamente CTIM, en sentido amplio CTIM y no CTIM, a partir de la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés) *ISCED Fields of Education and Training*, cuya versión más reciente es 2013, y es usada por la OECD. De igual manera se clasifica la ocupación del padre y la madre del estudiante.

En cuarto lugar, se realizó una limpieza y validación de los niveles de educación de los padres, organizándolos en una sola variable y asignando únicamente el nivel de educación más alto alcanzado por la madre y el padre, respectivamente, siendo posgrado el nivel de educación más alto y ninguno como el nivel más bajo. En quinto lugar, se crearon variables del promedio de desempeño de los estudiantes en las áreas CTIM teóricas y CTIM aplicadas, para cada conjunto de valores plausibles de los datos PISA. Las áreas CTIM teóricas corresponden al conocimiento de seres vivos, física, tierra y ciencia, contenido científico y procedimental y epistemológico. Por su parte, las habilidades aplicadas comprenden la evaluación y el diseño científico, la explicación de fenómenos científicos e interpretación de datos y evidencia, todas ellas derivadas de las subáreas CTIM establecidas por las PISA.

En sexto lugar, se realizaron validaciones de las respuestas de aspiración de ocupación CTIM de los estudiantes, teniendo en cuenta la baja variación en la distribución de estudiantes que aspiraban tener una ocupación CTIM y los estudiantes que no aspiraban a tenerla, como se mencionó previamente (Tabla 2). Para ello, se consideraron variables como las horas extras de aprendizaje de matemáticas e idioma extranjero; la elección de cursos de ciencias; interés en temas de biosfera, movimiento y fuerza, energía, universo y aplicaciones en ciencia. Así, a partir de interacciones entre la aspiración de una ocupación CTIM e intereses en ciencias, se alcanzó una limpieza de la base y consistencia entre las respuestas de los estudiantes, de acuerdo con lo encontrado por la literatura.

Por último, se construyó una variable de sesgo docente a partir del promedio de puntaje²¹ de preguntas referentes a la percepción del estudiante frente a la conducta del docente hacía él. En los casos en que los estudiantes no respondían las preguntas se asignó la mediana del puntaje de las respuestas que contestaban para así reducir la pérdida de información y mitigar posibles sesgos positivos y negativos de la variable de la variable construida.

4. Metodología

Esta sección presenta la estrategia de identificación que condujo el desarrollo de esta investigación, así como la descripción de la técnica econométrica y el método de estimación usados, en este mismo orden.

La autoeficacia y por ende autoconfianza de los estudiantes en sus habilidades los ayuda a definir sus preferencias. De manera similar, estas preferencias que se definen a lo largo de la educación primaria y secundaria se ven afectadas por los estereotipos, en especial en la transición hacía la elección de ocupación, estando en el colegio (OECD, 2017). Las niñas suelen tener menor confianza en sus habilidades que los niños, por lo cual su elección de ocupación se ve afectada (Heyder, Steinmayr, & Kessels, 2019).

En este sentido, el efecto de un modelo de rol para los estudiantes es relevante durante el colegio pues es el momento en que los estereotipos tienen mayor influencia. Así, la interacción de las niñas con docentes femeninas de áreas CTIM se constituyen en un mecanismo de exposición a modelos de rol y, por tanto, de romper la influencia de los estereotipos. Por esta razón, se espera que la interacción entre docentes CTIM y estudiantes femeninas se traduzca en una mayor probabilidad de desear tener una ocupación CTIM en las mujeres expuestas a un modelo de rol, frente a las mujeres que no lo estuvieron. Para identificar este tratamiento, se hizo uso de la proporción de las docentes CTIM en el colegio, respecto del total de docentes CTIM de la institución, suponiendo que, en al menos una clase, las estudiantes interactuaron con las docentes.

Considerando que la incidencia del modelo de rol sobre las estudiantes se materializa en la probabilidad de desear tener una ocupación CTIM, se hizo uso de un modelo econométrico tipo Logit multinivel. La aplicación de esta técnica fue oportuna por dos razones. La primera descansa sobre la posibilidad de estimar la probabilidad de ocurrencia de un suceso, dadas unas covariadas. La segunda razón, es porque permite controlar los efectos fijos propios del individuo y los factores variables de entorno de los colegios -modelos de rol-, los cuales inciden en la expectativa de estudiar pregrados

²¹ Las preguntas tenían asignado un puntaje de acuerdo con una escala de Likert

en CTIM. Así, se tienen dos niveles de observación para explicar la expectativa de ocupación CTIM de las niñas en Colombia, los colegios y las estudiantes.

Siguiendo lo anterior, se parte de la hipótesis de efectos mixtos, es decir que tanto los factores individuales como de entorno inciden en la expectativa de elección de una ocupación CTIM. La elección de la metodología no solo se basó en la disponibilidad de información y la pregunta de investigación, sino que también estuvo basada en la revisión de literatura de investigaciones similares a estas desarrolladas para otros países. En particular, Legewie y DiPetre (2014) usan un modelo de regresión logística jerárquica para estimar el efecto global del entorno del colegio sobre la expectativa de estudiar un programa CTIM de los estudiantes de 67 países miembros y no miembros de la OECD. Entre las variables explicativas usadas por los autores se destacan el sexo y el desempeño en matemáticas, ciencias y lectura. Este documento hace uso de un Logit Multinivel para la estimación del efecto de la interacción entre la estudiante y la docente CTIM, como un componente del ambiente escolar y, por tanto, del colegio.

El modelo Logit multinivel -ecuación 7- que se usa en esta investigación tiene dos niveles de análisis, el de colegio y el de estudiante. Así, j denota el número de colegios -nivel 2- que tiene un rango de 1 a N e i denota el número de estudiantes -nivel 1- dentro de un colegio, el cuál va desde 1 hasta n_j . El total de estudiantes dentro de un colegio corresponde a $n = \sum_{j=1}^N n_j$ (Hedeker, 2008).

$$\log \left[\frac{\underline{p}_{ij}}{1 - \underline{p}_{ij}} \right] = x'_{ij} \beta + \sigma_{\delta} \underline{\theta}_j \quad (7)$$

Nota: el acento inferior ($\underline{\quad}$) denota que son vectores

La función acumulativa de distribución logística es de tipo exponencial²² y es la base de estimación de los modelos Logit y sus derivaciones, como los Logit multinivel. Su estimación es más compleja bajo la estructura exponencial que bajo una linealización a través de logaritmo natural. Por lo anterior, la ecuación 7 presenta la linealización de la función de distribución acumulativa. $\log \left[\frac{\underline{p}_{ij}}{1 - \underline{p}_{ij}} \right]$ corresponde al logaritmo de la razón de probabilidades de expectativa de elección de un programa CTIM (\underline{p}_{ij}), y de no expectativa de elección de un programa CTIM ($1 - \underline{p}_{ij}$) (Judge, Carter, Griffiths, Lütkepohl, & Lee, 1988).

De igual manera, x'_{ij} es un vector de covariadas de características individuales y del colegio al que asiste la estudiante. β es un vector de parámetros que refleja la relación entre las covariadas y el

²² La función acumulada de probabilidad del Logit con dos niveles es: $\underline{p}_{ij} = F(x'_{ij}\beta + \sigma_{\delta}\underline{\theta}_j)$

logaritmo de razón de probabilidades. $\sigma_\delta \underline{\theta}_j$ son los efectos aleatorios a nivel de colegio, los cuales se distribuyen $\mathcal{N}(0; \sigma_\delta^2)$ (Hedeker, 2008). De esta manera, tanto los coeficientes de las variables individuales como de de los colegios están expresados de forma estándar y, las variaciones de efectos aleatorios -colegios- son incluidos de forma explícita.

Como se mencionó previamente los coeficientes obtenidos de esta estimación no corresponden a los efectos de cada uno de los factores, sino al efecto de los factores sobre el logaritmo de la razón de probabilidades de ocurrencia y no ocurrencia de expectativa de elección de programa CTIM. Por tal motivo se estiman los efectos marginales de la siguiente forma. Dónde x_{ik} es la variable k-ésima de x_i (Judge, Carter, Griffiths, Lütkepohl, & Lee, 1988).

$$\frac{\partial p_i}{\partial x_{ik}} = \frac{\beta_j \exp(-x'_{ij} \underline{\beta} + \sigma_\delta \underline{\theta}_j)}{[1 + \exp(-x'_{ij} \underline{\beta} + \sigma_\delta \underline{\theta}_j)]^2} \quad (8)$$

Debido a que se busca identificar los factores que determinan la probabilidad de expectativa de tener una ocupación CTIM y en consecuencia de desear estudiar una carrera CTIM, la estimación del modelo Logit multinivel se realiza a través del marco de máxima verosimilitud, el cual es frecuentemente usado para modelos probabilísticos y tiene como objetivo encontrar un conjunto de parámetros que maximizan la probabilidad de que en una muestra aleatoria se obtenga el evento analizado. A través de este método los estimadores tienen las propiedades de ser consistentes, eficientes y con distribución normal (Martin, Hurn, & Harris, 2012).

5. Resultados

Considerando la estructura de los datos generados por las pruebas PISA, los análisis econométricos se deben realizar a partir de la estimación de una regresión por cada uno de los valores plausibles asignados a las habilidades en ciencias de los estudiantes²³ (OECD, 2009). En 2015, diez valores plausibles fueron asignados a cada estudiante. Así, diez regresiones deben ser estimadas. Una vez estimados los diez modelos, se debe reportar el promedio de dichos coeficientes e interpretar este como la magnitud del efecto.

Siguiendo lo anterior, se estimaron los promedios de los coeficientes encontrados²⁴, como una aproximación consolidada del efecto de dichas variables sobre la expectativa de elección de carrera

²³ Los diez valores plausibles de las habilidades de los estudiantes son estimados a nivel individual a través de múltiples imputaciones de valores a nivel de competencias, basados en información tanto de la prueba como de información de los estudiantes de los cuestionarios. Para cada uno de los dominios y subtemáticas en ciencias (habilidades teóricas y aplicadas) se reportan puntajes.

²⁴ La estimación se realizó bajo la especificación convencional, es decir no se estimaron razones de probabilidad

CTIM para una mujer. Adicionalmente, se realizaron pruebas de hipótesis sobre estas medias estimadas que permitieran encontrar significancias aproximadas, y así tener un resultado consolidado y robusto.

A partir del análisis realizado en este documento, se encuentra evidencia para Colombia en general, del efecto de interacción con docentes femeninas de áreas CTIM sobre la expectativa de elección de carrera CTIM en las jóvenes. La Tabla 3 muestra los promedios de los coeficientes del modelo Logit multinivel. Se presenta así por recomendación de la OECD (2009) para el uso de los datos PISA. Además, se aclara que las significancias presentadas son derivadas de pruebas de hipótesis sobre dichos coeficientes promedio, los cuales resultaron ser significativos al 1%. Las significancias del modelo original se encuentran en el costado izquierdo de la Tabla 3.

En línea con la teoría, el sesgo de los docentes afecta negativamente la expectativa de tener una ocupación CTIM. Sin embargo, no es factor significativo como se observa en las columnas 1 a 10 de la Tabla 3. Esto significa que a pesar de que algunas estudiantes perciben un trato diferente por parte de los docentes, dicha actitud no incide en su expectativa de ocupación CTIM. De manera similar, la autoeficacia tiene un efecto positivo sobre la expectativa de elegir una ocupación CTIM, como la literatura lo señala. Contrario a lo encontrado por otros autores (Martin, Moakler, & Mikyong, 2014), el nivel socioeconómico del hogar no tiene un efecto significativo. Sin embargo, el signo de la relación entre la riqueza del hogar con la expectativa de elección de ocupación CTIM, es negativo y consistente con lo encontrado por Martin, Moakler y Mikyoung (2014).

Los resultados señalan que los modelos de rol de la familia y del colegio de las estudiantes no tienen efecto sobre la expectativa de una ocupación CTIM. Esto se evidencia en la Tabla 3. con la proporción de docentes CTIM femeninas y la educación de los padres. Un resultado que destaca es el signo negativo de que un colegio cuente con programa vocacional, sin embargo, no es significativo. Por su parte, las habilidades tanto teóricas como aplicadas en sus diferentes valores plausibles son significativas a distintos niveles y en todo caso, tienen efectos positivos.

A pesar de estos resultados, la prueba de radio de verosimilitud evidencia que las variaciones en el entorno de las estudiantes a nivel de colegio no son relevantes para explicar la elección de carrera profesional CTIM de las estudiantes colombianas. Así, las características individuales explican la expectativa de tener una ocupación CTIM en Colombia. Por lo anterior, un Logit convencional -un solo nivel- resulta ser una mejor especificación para la resolver la pregunta de investigación. Este resultado se muestra al final de la Tabla 3.

Tabla 3 Resultados del Logit jerárquico para mujeres, incluyendo autoeficacia e interés en ciencias

Variables	Ocupación CTIM										
	Valores plausibles	Promedio coeficientes									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Sesgo docente	-0.076 (0.106)	-0.085 (0.106)	-0.084 (0.106)	-0.077 (0.106)	-0.080 (0.106)	-0.070 (0.106)	-0.081 (0.106)	-0.085 (0.106)	-0.073 (0.106)	-0.086 (0.106)	-0.08*** (0.006)
Autoeficacia	0.175*** (0.044)	0.178*** (0.044)	0.176*** (0.044)	0.178*** (0.044)	0.179*** (0.044)	0.180*** (0.044)	0.181*** (0.044)	0.179*** (0.043)	0.183*** (0.044)	0.182*** (0.043)	.179*** (0.002)
Índice de riqueza	-0.033 (0.047)	-0.018 (0.047)	-0.024 (0.047)	-0.023 (0.047)	-0.023 (0.047)	-0.030 (0.047)	-0.026 (0.047)	-0.020 (0.047)	-0.024 (0.047)	-0.022 (0.047)	-.024*** (0.005)
Promedio habilidades teóricas	0.918 (0.709)	1.594** (0.713)	1.668** (0.716)	2.273*** (0.695)	3.013*** (0.700)	1.622** (0.686)	1.276* (0.712)	0.982 (0.714)	2.327*** (0.688)	1.962*** (0.715)	1.764*** (0.65)
Promedio habilidades aplicadas	2.246*** (0.691)	1.372** (0.674)	1.355** (0.678)	0.694 (0.664)	0.080 (0.666)	1.429** (0.646)	1.800*** (0.677)	1.980*** (0.691)	0.762 (0.658)	1.050 (0.665)	1.277*** (0.653)
Madre con educación profesional	-0.107 (0.109)	-0.117 (0.109)	-0.117 (0.109)	-0.121 (0.109)	-0.116 (0.110)	-0.112 (0.109)	-0.105 (0.109)	-0.112 (0.109)	-0.123 (-0.11)	-0.126 (0.109)	-0.116 (0.007)
Padre con educación profesional	0.140 (0.111)	0.144 (0.111)	0.139 (0.111)	0.142 (0.111)	0.147 (0.111)	0.145 (0.111)	0.144 (0.111)	0.148 (0.111)	0.139 (0.111)	0.146 (0.111)	.143*** (0.003)
Docentes CTIM femeninas	-0.003 (0.002)	-.003*** (0.000)									
Colegio tiene programa vocacional	-0.014 (0.107)	-0.012 (0.107)	-0.009 (0.106)	-0.013 (0.107)	-0.012 (0.107)	-0.012 (0.107)	-0.021 (0.106)	-0.015 (0.107)	-0.011 (0.108)	-0.008 (0.107)	-.013*** (0.004)
Colegio privado	-0.324** (0.128)	-0.327** (0.129)	-0.329** (0.128)	-0.320** (0.129)	-0.321** (0.129)	-0.325** (0.129)	-0.332*** (0.128)	-0.308** (0.129)	-0.330** (0.130)	-0.313** (0.129)	-.323*** (0.008)
Constante	-23.06*** (2.508)	-21.79*** (2.484)	-22.10*** (2.477)	-21.80*** (2.482)	-22.55*** (2.493)	-22.34*** (2.504)	-22.51*** (2.496)	-21.84*** (2.502)	-22.60*** (2.491)	-22.05*** (2.491)	-22.264*** (0.422)
Observaciones	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	10
Número de grupos	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
Variación constante colegio											
Constante	0.044 (0.052)	0.049 (0.052)	0.042 (0.051)	0.050 (0.052)	0.046 (0.052)	0.045 (0.052)	0.041 (0.051)	0.050 (0.052)	0.054 (0.054)	0.047 (0.059)	
AIC	2,714.3	2,721.6	2,724.5	2,716.5	2,721.2	2,718.4	2,724.2	2,717.7	2,723.1	2,714.3	
BIC	2,830.1	2,837.5	2,840.3	2,832.4	2,837.1	2,834.2	2,840.1	2,833.6	2,839.0	2,830.1	
Test de radio de verosimilitud variación a nivel de colegio	0.176	0.149	0.184	0.142	0.163	0.167	0.187	0.142	0.131	0.162	
Correlación intraclase	0.013 (0.015)	0.013 (0.015)	0.015 (0.015)	0.014 (0.015)	0.014 (0.015)	0.012 (0.015)	0.015 (0.015)	0.016 (0.016)	0.014 (0.016)	0.014 (0.016)	
Controles	SI										

Controles: interés en ciencias, horas extras de matemáticas, facilidad para interactuar, cursa el último curso de bachillerato, expectativa de educación técnica, expectativa de educación universitaria, actividades de deporte después del colegio, logaritmo del tamaño del colegio.

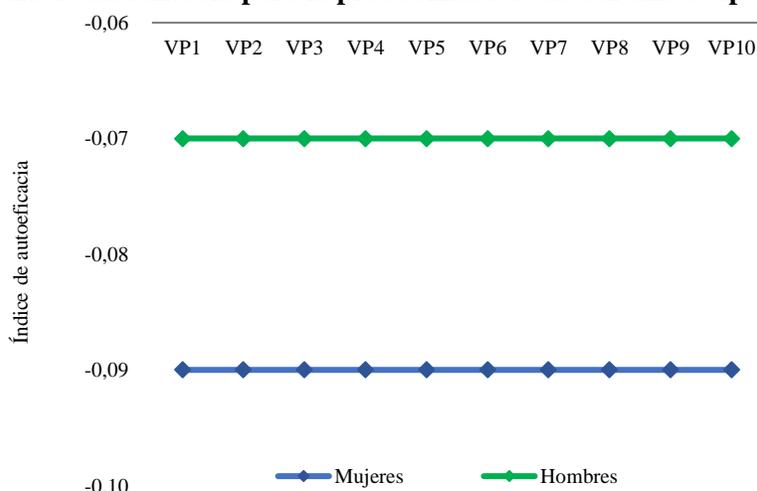
Nota: la expectativa de ocupación CTIM en sentido estricto es la usada para las estimaciones Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Siguiendo lo anterior, se estimaron dos Logit convencionales que permitieran encontrar la mejor especificación que explique la intención de tener una ocupación CTIM. En el primero de ellos, se usó la muestra que incorporaba tanto a hombres como a mujeres y se incluyó la variable dummy de sexo dentro de la especificación como una covariada. Sin embargo, el sexo no resulta ser una variable estadísticamente relevante para dicho modelo. A partir de ese resultado se podría pensar que el sexo no es relevante en la elección de carrera CTIM. No obstante, el resultado de la prueba de bondad de ajuste, así como la clasificación de las observaciones indican que el modelo no podría ser confiable (Anexo 4). Por lo anterior y dado el objetivo de esta investigación, se estimó un segundo Logit solamente para mujeres (Anexo 2), en el que se usan las mismas variables explicativas del Logit multinivel (Tabla 3). A continuación, se discuten los resultados de los Logits estimados.

Los resultados de los efectos marginales de estas estimaciones se presentan en las columnas 1 a 10 de la Tabla 4, los logaritmos de la razón de probabilidades del modelo Logit están disponibles en el Anexo 2. En términos generales, los signos de los resultados son los esperados. Para las estudiantes, la autoeficacia guarda una relación positiva con la probabilidad de desear tener una ocupación CTIM, y el sesgo de los docentes hacía las estudiantes afecta negativamente su expectativa de tener una ocupación CTIM. Consistente con lo encontrado a través del Logit multinivel y por Martin, Moakler y Mikiyoung (2014).

Un aumento de una unidad en la autoeficacia de las estudiantes aumentará entre 3.3 y 3.4 puntos porcentuales la probabilidad de que deseen tener una ocupación CTIM, y por ende de estudiar un pregrado CTIM en Colombia (Tabla 4, columnas 1 a 10). Este resultado es potente porque evidencia que no sólo la formación académica de las estudiantes en Colombia incide en elección profesional, sino que los mecanismos motivacionales y psicológicos tienen un papel importante. Además, el efecto de la autoeficacia es mayor en las mujeres que en los hombres. El efecto positivo en los hombres oscila entre los 2 y 2.14 puntos porcentuales. Esto es consistente con el promedio de autoeficacia de las mujeres y hombres, el cuál es mayor en hombres que en mujeres. Adicionalmente, se resalta que la autoeficacia de las mujeres y los hombres está por debajo de la autoeficacia de un estudiante promedio OECD (Gráfico 1).

Gráfico 1 Promedio de autoeficacia para la probabilidad de desear una ocupación CTIM



Fuente: elaboración del autor

Los resultados indican que los modelos de rol como las docentes de áreas CTIM o madres profesionales no tienen incidencia sobre la expectativa de tener una ocupación CTIM en las estudiantes colombianas, tampoco tener un padre con educación profesional es un factor relevante (Tabla 4, columnas 1 a 10). Este resultado está en línea con lo encontrado por Dulce Salcedo, Maldonado & Sanchez (2019) para Bogotá, en lo referente a las docentes CTIM. De esta manera, este trabajo complementa la evidencia más recientemente y brinda un espectro mayor, todo el país.

Sin embargo, llama la atención la dirección de los signos de los modelos de rol, porque está en línea con lo expone la literatura frente al refuerzo de estereotipos, específicamente a través del sesgo docente. Para las estudiantes contar con una docente de áreas CTIM reduce la probabilidad de desear estudiar un pregrado CTIM en una baja magnitud (menos de 1%). De manera similar, si la madre de la estudiante es profesional reduce su probabilidad de desear tener una profesión CTIM.

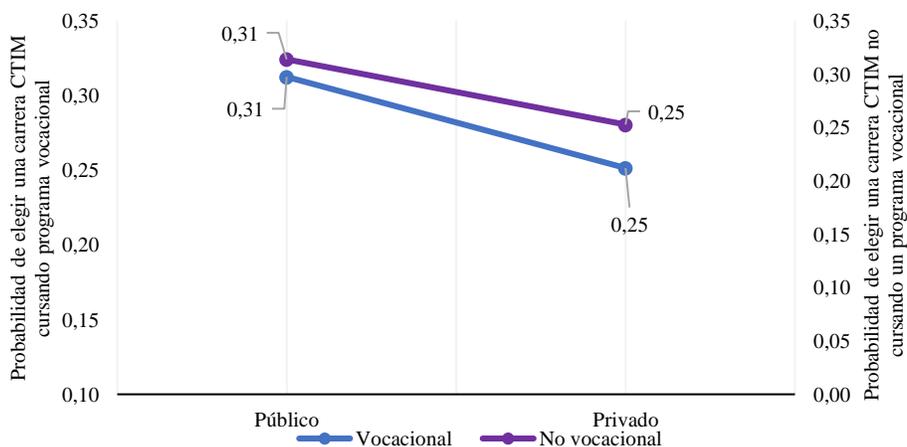
A pesar de que en Colombia la disponibilidad de recursos en el hogar es un factor que determina la elección de carreras CTIM (Acevedo, Zuluaga, & Jaramillo, 2008), los resultados señalan que la riqueza del hogar tiene una relación inversa con la probabilidad de desear tener una ocupación CTIM, pero no es estadísticamente significativo. (columnas 1 a 10 de la Tabla 4).

En línea con lo encontrado en la literatura, las habilidades en ciencias y matemáticas inciden en la expectativa de tener una ocupación CTIM y, por tanto, de elegir una carrera CTIM. Las pruebas PISA estiman diez valores plausibles para las habilidades CTIM, las cuáles como se mencionó en la metodología fueron clasificadas entre teóricas y aplicadas. La Tabla 4 presenta los efectos marginales del promedio de desempeño de las estudiantes en habilidades teóricas y aplicadas. Dichos promedios

se derivan de los logaritmos naturales de los valores plausibles asignados a cada estudiante. Los resultados señalan efectos positivos de las habilidades teóricas y aplicadas sobre la expectativa de elección de carrera CTIM. No obstante, la significancia de estas variables varía entre las regresiones – columnas 1 a 10-, lo que no permite concluir contundentemente su efecto.

Por último, contrario a lo que se intuye de la dirección de la relación entre la existencia de programas vocacionales en los colegios y elección de carreras CTIM, la evidencia indica una relación negativa y no significativa. En contraste, el tipo de colegio en el que la estudiante cursa su bachillerato es un factor significativo y con efecto negativo sobre la elección de carrera CTIM, estudiar en un colegio privado afecta de forma negativa la decisión de estudiar pregrados CTIM. Además, al analizar la interacción entre tipo de colegio y programa vocacional, se encuentra que una estudiante de un colegio público sin programa vocacional tiene cerca de seis puntos porcentuales más de probabilidad de desear estudiar una carrera CTIM que una estudiante de un colegio privado sin programa vocacional. Asimismo, la probabilidad de expectativa de elegir una carrera CTIM es mayor si la estudiante no cursa un programa vocacional, tanto para colegios públicos como privados.

Gráfico 2. Probabilidad de tener la expectativa de elegir una carrera CTIM dada la interacción entre tipo de colegio y programa vocacional



Fuente: elaboración del autor a partir de estimación de Logit convencional para mujeres y Logit convencional para hombres

Tabla 4 Efectos marginales sobre la expectativa de una ocupación CTIM de las estudiantes. Estimaciones para cada valor plausible de las habilidades teóricas y aplicadas

Variables	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 1	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 2	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 3	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 4	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 5	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 6	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 7	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 8	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 9	Ocupación CTIM estricta Valores plausibles 10
Autoeficacia	0.033*** (0.008)	0.034*** (0.008)	0.033*** (0.008)	0.034*** (0.008)						
Sesgo docente	-0.015 (0.020)	-0.017 (0.020)	-0.016 (0.020)	-0.015 (0.020)	-0.016 (0.020)	-0.014 (0.020)	-0.016 (0.020)	-0.017 (0.020)	-0.014 (0.020)	-0.017 (0.020)
Índice de riqueza	-0.007 (0.009)	-0.004 (0.009)	-0.005 (0.009)	-0.005 (0.009)	-0.005 (0.009)	-0.006 (0.009)	-0.005 (0.009)	-0.004 (0.009)	-0.005 (0.009)	-0.005 (0.009)
Promedio habilidades teóricas	0.169 (0.132)	0.298** (0.133)	0.315** (0.134)	0.421*** (0.129)	0.562*** (0.129)	0.302** (0.128)	0.239* (0.133)	0.182 (0.134)	0.428*** (0.127)	0.367*** (0.134)
Promedio habilidades aplicadas	0.421*** (0.128)	0.257** (0.126)	0.253** (0.127)	0.134 (0.125)	0.016 (0.125)	0.269** (0.121)	0.338*** (0.126)	0.371*** (0.129)	0.148 (0.123)	0.197 (0.125)
Madre con educación profesional	-0.019 (0.020)	-0.020 (0.021)	-0.021 (0.020)	-0.021 (0.021)	-0.020 (0.020)	-0.019 (0.020)	-0.018 (0.020)	-0.019 (0.021)	-0.021 (0.020)	-0.022 (0.021)
Padre con educación profesional	0.027 (0.021)	0.028 (0.021)	0.027 (0.021)	0.028 (0.021)	0.028 (0.021)	0.028 (0.021)	0.028 (0.021)	0.029 (0.021)	0.027 (0.021)	0.028 (0.021)
Docentes CTIM femeninas	-0.001 (0.000)									
Colegio con programa vocacional	-0.002 (0.019)	-0.001 (0.019)	-0.001 (0.019)	-0.001 (0.019)	-0.001 (0.019)	-0.001 (0.019)	-0.003 (0.019)	-0.002 (0.019)	-0.001 (0.019)	-0.001 (0.019)
Colegio privado	0.062*** (0.023)	-0.064*** (0.023)	-0.064*** (0.023)	-0.063*** (0.023)	-0.062*** (0.023)	-0.063*** (0.023)	-0.064*** (0.023)	-0.060*** (0.023)	-0.064*** (0.023)	-0.061*** (0.023)
Observaciones	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420

Controles: interés en ciencias, horas extras de matemáticas, facilidad para interactuar, cursa el último curso de bachillerato, expectativa de educación técnica, expectativa de educación universitaria, actividades de deporte después del colegio, logaritmo del tamaño del colegio.

Nota: la expectativa de ocupación CTIM en sentido estricto es la usada para las estimaciones Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6. Conclusiones

A partir de las estimaciones se infiere que estimar un Logit multinivel para las mujeres no sugiere cambios estadísticamente significativos en la expectativa de elección de carreras CTIM, frente a una estimación de un Logit convencional para las estudiantes. De esta manera, para las estudiantes colombianas las características individuales explican mejor su expectativa de elección de una carrera CTIM, de lo que las variables de contexto lo hacen.

Por otra parte, pese a que en la literatura se señala que tener un buen desempeño es relevante para la elección de una carrera profesional CTIM, esta investigación encontró que, si bien en las diez regresiones un mejor desempeño en las habilidades teóricas y aplicadas CTIM tiene una incidencia positiva sobre la expectativa de tener una ocupación CTIM, su significancia estadística es heterogénea a lo largo de las diez regresiones. En ocho de diez regresiones, las habilidades teóricas fueron estadísticamente significativas, por tanto, se podría pensar que es un factor relevante. En cuanto a las habilidades aplicadas, en seis de diez regresiones existe significancia estadística.

Adicionalmente, dado que las alumnas de colegios públicos sin programa vocacional tienen mayor probabilidad de desear estudiar una carrera CTIM, frente a las estudiantes de colegios públicos con programas vocacionales, desde la política pública se podría pensar en fortalecer la educación pública. Esto a través de mecanismos motivacionales como la autoeficacia de las habilidades y no sólo por medio de programas vocacionales CTIM. Lo anterior, con el fin de promover la elección de ocupaciones CTIM en las estudiantes de secundaria de Colombia.

De igual manera, pese a que los docentes y padres son modelos de rol para las estudiantes, estar expuesta a un modelo de rol no es un factor relevante para tener la expectativa de estudiar un pregrado CTIM en Colombia. Este resultado es consistente con lo encontrado en la reciente investigación de Dulce Salcedo, Maldonado y Sánchez (2019) para el caso de Bogotá, haciendo uso de datos de inscripción en programas de educación superior y del ICFES. Además, se destaca que, al margen de la no significancia estadística, el signo de las interacciones de las estudiantes con modelos de rol es negativo.

Por lo anterior, futuras investigaciones podrían estar orientadas a responder la pregunta ¿Las docentes CTIM y madres profesionales están reforzando los estereotipos frente a la elección de carreras CTIM de las estudiantes de secundaria? En línea con ello, resulta oportuno profundizar e identificar las causas de una real relación negativa de los ingresos del hogar del estudiante con la expectativa de elección de carrera CTIM.

Finalmente, la periodicidad de la información y mayor disponibilidad de mayores variables de equipamiento y entorno del colegio son limitantes para este trabajo. Por su parte, las pruebas PISA son desarrolladas cada tres años por la OECD y su publicación, como es natural sobrepasa el año en el que se aplica, así las pruebas 2018 solo estuvieron disponibles a partir del cuarto trimestre de 2019. Este rezago impidió el desarrollo de esta investigación con información más actualizada para el país.

Por otra parte, pese a que el cuestionario de las pruebas PISA para los colegios es amplio, para efectos de esta investigación era deseable tener más información del equipamiento del colegio y de su ubicación que hubiesen permitido adherir o construir un conjunto más amplio de variables de entorno escolar, como el nivel de criminalidad en la zona en la que está el colegio, si es rural u urbano, si tiene jornada única, entre otras. Esto permitiría observar de manera más amplia el contexto e identificar insumos de focalización para la política pública de educación.

De igual manera, tener una mayor cantidad de estudiantes observados a través de las pruebas PISA permitiría estimar el comportamiento y efecto de las covariadas a lo largo del tiempo. No obstante, para este trabajo no fue posible por varias razones. La primera está vinculada con la selección aleatoria de los estudiantes que participaron en versiones anteriores de las pruebas PISA. Mientras en 2006, la muestra fue nacional y participaron 26 departamentos, para 2015, la muestra fue mayor debido a la sobremuestra para Bogotá, Medellín, Cali y Manizales. De esta manera, los jóvenes no son directamente comparables para ambos períodos, no solo por los muestreos adicionales, sino por las condiciones, no todas observables, en las que culminaron su bachillerato.

Segundo, el índice de autoeficacia fue modificado metodológicamente en 2015, incorporando más preguntas para su medición. Si bien la OECD reconstruyó las cifras para 2006, persistía la diferencia de condiciones en la selección aleatoria de los estudiantes y en las condiciones en las que culminaron su bachillerato. Además, en 2006 no se realizaron preguntas vinculadas con el sesgo docente como se identificó para 2015. Por lo anterior, futuras investigaciones podrían analizar el comportamiento de la elección de carrera y la autoeficacia en las estudiantes colombianas a partir de las operaciones posteriores a 2015..

7. Referencias

- Abadía, L. K., & Bernal, G. (2016). Brechas de género en el rendimiento escolar a lo largo de la distribución de puntajes: evidencia pruebas saber 11°. *Vniversitas Económica*.
- Abadía, L. K., & Bernal, G. (2017). A widening gap? a gender-based analysis of performance on the colombian high school exit examination. *Revista de economía del Rosario*, 5-31.
- Acevedo, S., Zuluaga, F., & Jaramillo, A. (2008). Determinantes de la demanda de educación superior en Colombia. *Revista de economía del Rosario*, 121-148.
- Amaya, J., M.A., D., & Sánchez, M. (2017). Metodología para impulsar el interés en las STEM en niñas de secundaria en el sur de Cali. En E. Serna, *Investigación formativa en ingeniería* (págs. 100-106). Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación.
- American Psychological Association. (2015). *APA dictionary of psychology*. Washington: American Psychological Association.
- Amundson, H. (2017). *A Mother's influence: how a mother with an advanced degree impacts various STEM outcomes*. University of Colorado.
- Bachman, B., Hebl, M. L., & Rittmayer, a. (2009). *Literature overview: girl's experience in the classroom*.
- Bahar, A., & Adiguzel, T. (2016). *Analysis of Factors Influencing Interest in STEM Career: Comparison between American and Turkish High School Students with High Ability*. Istanbul.
- Banco Mundial. (2012). *Knowledge Economy Index (World Banck): Kapsarc*. Obtenido de Kapsarc data portal: <https://datasource.kapsarc.org/explore/dataset/knowledge-economy-index-world-bank-2012/export/?refine.indicator=Knowledge+Index&refine.measure=Weighted+by+Population>
- Beaman, L., Duflo, E., Pande, R., & Topalova, P. (2012). Female Leadership Raises Aspirations and Educational Attainment for Girls: A Policy Experiment in India. *Science*, 582-586.
- Beede, D., Julian, T., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. E. (2011). Women in STEM: A Gender Gap to Innovation. *Economics and Statistics Administration* , 4-11.
- Beezar, B. (1974). Role theory and teacher education. *Journal of education*, 56(1), 5-21.

- Benoöt Rapoport, C. T. (2017). Why Do Boys and Girls Make Different Educational Choices? The Influence of Expected Earnings and Test Scores. *Economics of Education Review*.
- Blackwell, L. S., Tresnewski, K. H., & Dweck., C. S. (2007). Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement Across an Adolescent. *Child development*, 246-263.
- Bonilla, L., Bottan, N., & Ham, A. (2016). *Information policies and higher education choices experimental evidence from Colombia*. Bogotá: Banco de la República.
- Castillo, R., Grazi, M., & Tacsir, E. (2014). *Women in science and technology what does the literature say?* Inter American Development Bank.
- Cerinseka, G., Hribara, T., Glodez, N., & Dolinsek, S. (2013). Which are my Future Career Priorities and What Influenced my Choice of Studying Science, Technology, Engineering or Mathematics? Some Insights on Educational Choice—Case of Slovenia. *International Journal of Science Education*, 2999-3025.
- Cheryan, S., Siy, J., Vichayapai, M., Drury, B., & Kim, S. (2011). Do Female and Male Role Models Who Embody STEM Stereotypes Hinder Women's Anticipated Success in STEM? *Social psychological and personality science*, 656-664.
- Cheryan, S., Tabak, J., & Meltzoff, A. (2011). *What matters in recruiting? Effects of professor gender and classroom environment on women's interest in STEM*. Manuscript in preparation.
- Cho, I. (2012). The effect of teacher–student gender matching: Evidence from OECD countries. *Economics of Education Review*, 54-67.
- Creamer, E. G., & Laughlin, A. (2005). Self-Authorship and Women's Career Decision Making. *Journal of College Student Development*, 13-27.
- Dasgupta, N. (2011). Ingroup Experts and Peers as Social Vaccines Who Inoculate the Self-Concept: The Stereotype Inoculation Model. *Psychological Inquiry*, 231-246.
- Dasgupta, N., & Stout, J. (2014). Girls and Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics: STEMing the Tide and Broadening Participation in STEM Careers. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 21-29.
- de Cohen, C., & Deterding, N. (2009). Widening the net: national estimates of gender disparities in engineering. *Journal of engineering education*, 211-226.

- Dee, T. (2007). Teachers and the gender gaps in student achievement. *Journal of Human Resources*, 525-554.
- Drury, B., Siy, J., & Cheryan, S. (2011). When do female role models benefit women? the importance of differentiating recruitment from retention in STEM. *Psychological Inquiry*, 265-269.
- Dulce Salcedo, O., Maldonado, D., & Sánchez, F. (2019). ¿Influencian mujeres a otras mujeres? el caso de las docentes en áreas STEM en Bogotá. *Documentos de trabajo Escuela de Gobierno Alberto Lleras Camargo*.
- Fairfield, H. M. (2013). Girls Lead in Science Exam, but Not in the United States - Interactive Graphic. *New York Times*. Recuperado el 25 de Octubre de 2017, de <http://www.nytimes.com/interactive/2013/02/04/science/girls-lead-in-science-exam-but-not-in-the-united-states.html?emc=eta1>
- Fernandez, Schaaper, & Bello. (2016). What drives the gender gap in STEM? The SAGA Science, Technology and Innovation Gender Objectives List (STI GOL) as a new approach to linking indicators to STI policies. En *21st International Conference on Science and Technology Indicators-STI 2016. Book of Proceedings*.
- Flanagan, D. P., & Dixon, S. G. (2014). The Cattell-Horn-Carroll Theory of Cognitive Abilities. *Encyclopedia of Special Education*.
- Fouad, N., & Santana, M. (2017). SCCT and underrepresented populations in STEM fields: moving the needle. *Journal of Career Assessment*, 24-39.
- Gibson, D. (2004). Role models in career development: New directions for theory and research. *Journal of Vocational Behavior*, 65(1), 134-156.
- Gottfredson, L. (1997). Mainstream science on intelligence: an editorial with 52 signatories, history, and bibliography. *Intelligence*, 13-23.
- Greene, W. H. (2012). Discrete choice. En W. H. Greene, *Econometric analysis* (págs. 681-759). New York: Pearson Education.
- Hagit, M., Niva, W., Dov, D., & Yehudit Judy, D. (2016). Career Choice of Undergraduate Engineering Students. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 222-228.
- Hedeker, D. (2008). Multilevel models for ordinal and nominal variables. En J. De Leeuw, & E. Meijer, *Handbook of multilevel analysis* (págs. 237-275). New York: Springer.

- Henriksen, E., Dillon, J., & Ryder, J. (2015). *Understanding student participation and choice in science and technology education*. Springer.
- Herbert, J., & Stipek, D. (2005). The emergence of gender difference in children's perceptions of their academic competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 276-295.
- Hernández Zapata, L. B. (2016). *DETERMINANTES DE ELECCIÓN DE CARRERAS STEM DE LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS*. Pereira: EAFIT.
- Heyder, A., Steinmayr, R., & Kessels, U. (2019). Do teachers' beliefs about math aptitude and brilliance explain gender differences in children's math ability self-concept? *Front. Educ*, 4. doi:10.3389/feduc.2019.00034
- Ispas, D., & Borman, W. (2015). Personnel Selection, Psychology of. *International Encyclopedia of Social and Behavioral Sciences*.
- Ispas, D., Iliescu, D., Ilie, A., & Johnson, R. (2010). Examining the criterion related validity of the general mental ability measure for adults: a two sample investigation. *International Journal of Selection and Assessment*, 224-227.
- Jacobs, J., Ahmad, S., & Sax, L. (2016). Planning a career in engineering: parental effects on sons and daughters. *Social sciences*.
- Judge, G., Carter, R., Griffiths, W., Lütkepohl, H., & Lee, T.-C. (1988). *Introduction to the theory and practice of econometrics*. Wiley.
- Kahn, S., & Ginther, D. (2017). Women and STEM. *NBER Working Paper No. w23525*.
- Karime Abadía, L., & Bernal, G. (2017). A Widening Gap? A Gender-Based Analysis of Performance on the Colombian High School Exit Examination. *Revista de economía del Rosario*, 5-31.
- Kell, H., Lubinski, D., Benbow, C., & Steiger, J. (2013). Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role. *Psychological Science*, 1831-1836.
- Legewie, J., & DiPetre, T. (2014). The high school environment and the gender gap in science and engineering. *Sociology of Education*, 259-280.
- Lent, R., Brown, S., & Hackett, G. (2002). Social cognitive career theory. En D. B. Associates, *Career choice and development* (Fourth ed., pág. 556). San Francisco: Wiley Company.

- Londoño, E. (2015). *Interacciones de género estudiante-profesor, deserción y rendimiento académico en Colombia*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- MacKenzie, D., Nichols, J., Royle, A., Pollock, K., Bailey, L., & Hines, J. (2018). Fundamental principals of statistical inference. En D. MacKenzie, J. Nichols, A. Royle, K. Pollock, L. Bailey, & J. Hines, *Occupancy estimation and modelling* (págs. 71-111). Academic Press.
- Martin, V., Hurn, S., & Harris, D. (2012). Properties of maximum likelihood estimators. En V. Martin, S. Hurn, & D. Harris, *Econometric modelling with time series specification, estimation and testing* (págs. 33-86). Cambridge University Press.
- Martin, W., Moakler, J., & Mikyong, M. K. (2014). College Major Choice in STEM: Revisiting Confidence and Demographic Factors. *The Career Development Quarterly*, 128-143.
- Ministerio de Educación Nacional. (2014). *Sistema Nacional de Indicadores Educativos Para Los Niveles de Preescolar, Básica y Media en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional. (Junio de 2019). Tasa de transito inmediato. *Información nacional de educación superior 2010-2018*. Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *Observatorio laboral para la educación: Graduados por núcleo básico de conocimiento*. Obtenido de Observatorio laboral para la educación: <http://bi.mineduacion.gov.co:8080/o3web/viewdesktop.jsp?cmd=open&source=Perfil+Graduados%2FGraduados+por+N%FAcleo+B%E1sico+de+Conocimiento>
- Ministerio de Educación Nacional; ICFES. (2017). *Informe Nacional de Resultados Colombia en PISA 2015*. Bogotá D.C.: ICFES.
- Moakler, M. W., & Kim, M. M. (2014). College Major Choice in STEM: Revisiting Confidence and Demographic Factors. *The Career Development Quarterly*, 128-142.
- Morgenroth, T., & Ryan, M. (2015). The motivational theory of role modeling: how role models influence role aspirant's goals. *Review of General Psychology*, 465-483.
- Nix, S., Perez-Felkner, L., & Kirby, T. (2015). Perceived mathematical ability under challenge: a longitudinal perspective on sex segregation among STEM degree fields. *Frontiers in Psychology*.

- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., & Nelson, C. (2015). A Model of Factors Contributing to STEM Learning and Career Orientation. *International Journal of Science Education*, 1067-1088 .
- OECD. (2009). Replicate weights. En OECD, *PISA Datan analysis manual:SAS*. OECD.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results excellence and equity in education* .
- OECD. (2017). *Education indicators in focus*. OECD.
- OECD. (2017). *Scaling procedures and construct validation of context questionnaire data*.
- OECD; World Bank. (2012). *Reviews of National Policies for Education: Tertiary Education in Colombia 2012*. OECD Publishing.
- Ones, D., Dilchert, S., & Viswesvaran, C. (2012). *Oxford Handbook of Personnel Assessment and Selection*. New York: Oxford University.
- Pacheco, V. (2016). *La ingeniería del futuro es un juego de niñas*.
- Paredes, V. (2014). A teacher like me or a student like me? role model versus teacher bias effect. *Economics of education*, 38-49.
- Park, G., Lubinski, D., & Benbow, C. (2007). Contrasting intellectual patterns predict creativity in the arts and sciences: Tracking intellectually precocious youth over 25 years. *Psychological Science*, 948-952.
- Romero, J. (2010). El éxito económico de los costeños en Bogotá: migración interna y capital humano. *Documentos de trabajo sobre economía regional*.
- Rothwell, J. (2014). *Still searching: job vacancies and STEM skills*. Nueva York: Metropolitan policy program Brookings.
- Sahin, A., Ekmekci, A., & Waxman, H. (2017). The relationships among high school STEM learning experiences, expectations, and mathematics and science efficacy and the likelihood of majoring in STEM in college. *International Journal of Science Education*, 1549-1572.
- Sansone, D. (2017). Why Does Teacher Gender Matter? *Economics of Education Review*.
- Snijders, T., & Berkhof, J. (2008). Diagnostic checks for multilevel models. En J. Leeuw, E. Meijer, & H. Goldstein, *Handbook of multilevel analysis* (págs. 77-141). New York: Springer.

- Sonnert, G. (2009). Parents Who Influence Their Children to Become Scientists: Effects of Gender and Parental Education. *Social Studies of Science*, 927-941.
- Stout, J., Dasgupta, N., Hunsinger, M., & McManus, M. (2011). STEMing the tide: using ingroup experts to inoculate women's self-concept in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Journal of Personality and Social Psychology*, 255-270.
- Tacsir, E., Grazzi, M., & Castillo, R. (2014). *Women in Science and Technology: What Does the Literature Say?* Washington D.C.: BID.
- Thomson, S., De Bortoli, L., & Underwood, C. (2017). *PISA 2015: Reporting Australia's results*. Australian Council for Educational Research.
- UNESCO. (2013). *ISCED Fields of Education and Training 2013 (ISCED-F 2013)*. Paris: UNESCO.
- UNESCO Institute for Statistics. (2019). *Researchers by field of R&D and sex (FTE and HC): UNESCO Institute for Statistics Sustainable Development Goals*. Obtenido de UNESCO: Institute for Statistics Sustainable Development Goals: <http://data.uis.unesco.org/index.aspx?queryid=118&export#>
- Valla, J., & Ceci, S. (2014). Breadth-based models of women's underrepresentation in STEM fields: An integrative commentary on Schmidt (2011) and Nye et al. (2012). *Perspectives on Psychological Science*, 219-224.
- Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M.-A. (2016). La voz de los estudiantes de primer año en seis países: evaluación de sus experiencias en estudios superiores científico-técnicos. *Ciênc. Educ.*, 391-411.
- Wang, M., & Degol, J. (2014). Motivational pathways to STEM career choices: using expectancy - value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 304-340.
- Wang, M., & Degol, J. (2017). Gender gap in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): current knowledge, implications for practice, policy, and future directions. *Educational psychology review*, 119-140.
- Wang, M., Eccles, J., & Kenny, S. (2013). Not lack of ability but more choice: individual and gender differences in STEM career choice . *Psychological Science*, 770-775.

Wang, M.-T., Ye, F., & Degol, J. L. (2016). Who Chooses STEM Careers? Using A Relative Cognitive Strength and Interest Model to Predict Careers in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Journal Youth Adolescence*.

Zubieta, J. (2006). Women in Latin American Science and Technology: A Window Of Opportunity. En OECD, *Women in Scientific Careers: Unleashing the Potential*. Paris: OECD.

8. Anexos

Anexo 1 Lista de pregrados CTIM

En publicaciones de la OECD de reportes de la dinámica de los campos CTIM en países analizados, así como en la estructura de reporte de indicadores de ciencia y tecnología de la Fundación Nacional de Ciencia de Estados Unidos usan las clasificaciones presentadas a continuación. Cada una de ellas puede ser desagregada de acuerdo con la clasificación para programas de educación que usa cada región. Por su parte, Estados Unidos y Canadá usan la Classification of Instructional Program Codes to WebCASPAR Academic Discipline de 2010, mientras que la OECD usa la clasificación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés) ISCED Fields of Education and Training, cuya versión más reciente es 2013.

Áreas CTIM OECD	Áreas CTIM EE. UU y Canadá
Matemáticas y ciencias físicas	Ciencias sociales
Ciencias biológicas y de la vida	Ciencias agrícolas y biológicas
Ciencias computacionales y de información	Psicología
Ingeniería y tecnologías de la ingeniería	Ingeniería
Ciencias de la tecnología	Ciencias computacionales
	Ciencias físicas
	Matemáticas y estadística

Siguiendo lo anterior, en esta investigación se realizó una armonización entre ambas propuestas, considerando que son las principales fuentes de información de medicación de la dinámica de las áreas CTIM para el mundo y, que en la producción de reportes se estudian ambas partes en las publicaciones que hace cada una de ellas.

Área	Detalle del área	Pregrados asociados por Núcleo Básico Común en Colombia
Ciencias naturales	Bioquímica Ciencias ambientales	Biología, microbiología y afines Geología, otros programas de ciencias naturales.

	Entorno natural y vida silvestre Química Ciencias de la tierra	Química y afines Sin clasificar
Matemáticas y estadística	Matemáticas Física	Matemáticas, estadística y afines Física
Tecnologías de la información y comunicaciones	Uso de computadores	Ingeniería de sistemas, telemática y afines.
Ingeniería	Ingeniería química y de procesos	Ingeniería química y afines
	Tecnología de protección ambiental	Ingeniería agrícola, forestal y afines Ingeniería ambiental, sanitaria y afines.
	Electricidad y energía	Ingeniería eléctrica y afines
	Electrónica y automatización	Ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines.
	Mecánica y comercio de metales	Ingeniería mecánica y afines
	Vehículos de motor, barcos y aviones	
	Diseño y administración de bases de datos y redes	
Manufactura	Desarrollo y análisis de software y aplicaciones	
	Materiales (vidrio, papel, plástico y madera)	Ingeniería de minas, metalurgia y afines.
	Textiles (prendas, calzado y cuero)	
	Minería y extracción	
Arquitectura y construcción	Arquitectura y urbanismo	Arquitectura
	Edificación e ingeniería civil	Ingeniería civil y afines

Fuente: elaboración del autor a partir de OECD (2017), UNESCO (2013), Classification of Instructional Program Codes to WebCASPAR Academic Discipline de 2010 y Observatorio Laboral del Ministerio de Educación Nacional

Anexo 2 Estimaciones de Logits para mujeres, para cada uno de los valores plausibles y ocupaciones CTIM estrictas, incluyendo autoeficacia e interés en ciencias

Variables	Ocupación CTIM Valores plausibles 1	Ocupación CTIM Valores plausibles 2	Ocupación CTIM Valores plausibles 3	Ocupación CTIM Valores plausibles 4	Ocupación CTIM Valores plausibles 5	Ocupación CTIM Valores plausibles 6	Ocupación CTIM Valores plausibles 7	Ocupación CTIM Valores plausibles 8	Ocupación CTIM Valores plausibles 9	Ocupación CTIM Valores plausibles 10
Auto eficacia	0.174*** (0.043)	0.177*** (0.043)	0.175*** (0.043)	0.176*** (0.043)	0.178*** (0.043)	0.179*** (0.043)	0.180*** (0.043)	0.177*** (0.043)	0.181*** (0.043)	0.181*** (0.043)
Sesgo docente	-0.078 (0.105)	-0.087 (0.105)	-0.086 (0.105)	-0.080 (0.105)	0.082 (0.105)	-0.072 (0.105)	-0.083 (0.105)	-0.088 (0.105)	-0.076 (0.105)	-0.088 (0.105)
Índice de riqueza	-0.036 (0.046)	-0.020 (0.046)	-0.026 (0.046)	-0.026 (0.046)	-0.026 (0.046)	-0.033 (0.046)	-0.028 (0.046)	-0.022 (0.046)	-0.027 (0.046)	-0.025 (0.046)
Promedio habilidades teóricas	0.896 (0.701)	1.568** (0.704)	1.661** (0.709)	2.219*** (0.685)	2.971*** (0.692)	1.595** (0.678)	1.261* (0.706)	0.961 (0.706)	2.258*** (0.677)	1.935*** (0.708)
Promedio habilidades aplicadas	2.229*** (0.684)	1.354** (0.667)	1.332** (0.672)	0.705 (0.657)	0.082 (0.660)	1.416** (0.639)	1.784*** (0.671)	1.955*** (0.684)	0.779 (0.650)	1.038 (0.659)
Facilidad para interactuar	0.120 (0.114)	0.116 (0.114)	0.126 (0.114)	0.119 (0.114)	0.118 (0.114)	0.122 (0.114)	0.121 (0.114)	0.116 (0.114)	0.117 (0.114)	0.122 (0.114)
Madre con educación profesional	0.099 (0.108)	-0.107 (0.108)	-0.108 (0.108)	-0.110 (0.108)	-0.107 (0.108)	-0.103 (0.108)	-0.096 (0.108)	0.102 (0.108)	-0.112 (0.108)	-0.117 (0.108)
Padre con educación profesional	0.142 (0.110)	0.146 (0.109)	0.141 (0.109)	0.145 (0.109)	0.150 (0.110)	0.147 (0.109)	0.147 (0.109)	0.151 (0.109)	0.141 (0.110)	0.148 (0.109)
Docentes femeninas CTIM en el colegio	-0.003 (0.002)									
Colegio con programa vocacional	-0.009 (0.102)	-0.005 (0.102)	-0.004 (0.102)	-0.006 (0.102)	-0.006 (0.102)	-0.007 (0.102)	-0.016 (0.102)	-0.009 (0.102)	-0.005 (0.102)	-0.003 (0.102)
Colegio privado	-0.330*** (0.122)	-0.336*** (0.122)	-0.336*** (0.122)	-0.330*** (0.122)	-0.330*** (0.122)	-0.333*** (0.122)	-0.340*** (0.122)	-0.316*** (0.122)	-0.338*** (0.122)	-0.321*** (0.122)
Constante	-22.86*** (2.464)	-21.56*** (2.436)	-21.94*** (2.439)	-21.58*** (2.434)	-22.35*** (2.448)	-22.14*** (2.458)	-22.35*** (2.457)	-21.60*** (2.451)	-22.32*** (2.436)	-21.86*** (2.447)
Observaciones	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420
Pseudo-R ²	0.088	0.084	0.085	0.084	0.087	0.085	0.086	0.084	0.086	0.085
Clasificación correcta	70.91%	70.62%	70.62%	70.45%	70.33%	71.20%	70.74%	70.41%	71.16%	70.99%
Test de bondad de ajuste Prob>chi ²	0.408	0.333	0.401	0.247	0.514	0.304	0.435	0.356	0.284	0.411
AIC	2713.12	2723.17	2720.44	2723.60	2715.49	2720.18	2717.15	2723.38	2717.00	2722.10
BIC	2823.16	2833.21	2830.48	2833.64	2825.52	2830.22	2827.19	2833.42	2827.04	2832.14

Controles: interés en ciencias, horas extras de matemáticas, facilidad para interactuar, cursa el último curso de bachillerato, expectativa de educación técnica, expectativa de educación universitaria, actividades de deporte después del colegio, logaritmo del tamaño del colegio.

Nota: la expectativa de ocupación CTIM en sentido estricto es la usada para las estimaciones Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo 3 Resultados de Logit para mujeres para cada uno de los valores plausibles de las habilidades teóricas y aplicadas sin incluir autoeficacia e interés en ciencias en las explicativas

Variables	Ocupación CTIM Valores plausibles 1	Ocupación CTIM Valores plausibles 2	Ocupación CTIM Valores plausibles 3	Ocupación CTIM Valores plausibles 4	Ocupación CTIM Valores plausibles 5	Ocupación CTIM Valores plausibles 6	Ocupación CTIM Valores plausibles7	Ocupación CTIM Valores plausibles 8	Ocupación CTIM Valores plausibles 9	Ocupación CTIM Valores plausibles 10
Sesgo docente	-0.094 (0.105)	-0.106 (0.104)	-0.104 (0.104)	-0.0979 (0.104)	-0.102 (0.104)	-0.0910 (0.104)	-0.103 (0.104)	-0.107 (0.104)	-0.0938 (0.104)	-0.107 (0.104)
Índice de riqueza	-0.0353 (0.046)	-0.0201 (0.046)	-0.0254 (0.046)	-0.0259 (0.046)	-0.0245 (0.046)	-0.0316 (0.0462)	-0.0272 (0.046)	-0.0209 (0.046)	-0.0251 (0.046)	-0.0238 (0.046)
Promedio habilidades teóricas	0.905 (0.697)	1.656** (0.698)	1.562** (0.706)	2.192*** (0.681)	3.101*** (0.687)	1.712** (0.674)	1.336* (0.702)	0.902 (0.701)	2.235*** (0.670)	1.872*** (0.702)
Promedio habilidades aplicadas	2.306*** (0.680)	1.349** (0.661)	1.517** (0.669)	0.826 (0.653)	0.0209 (0.657)	1.373** (0.636)	1.780*** (0.667)	2.093*** (0.679)	0.871 (0.644)	1.164* (0.654)
Facilidad para interactuar	0.147 (0.113)	0.144 (0.113)	0.153 (0.113)	0.146 (0.113)	0.144 (0.113)	0.149 (0.113)	0.149 (0.113)	0.144 (0.113)	0.144 (0.113)	0.148 (0.113)
Madre con educación profesional	-0.062 (0.107)	-0.070 (0.107)	-0.071 (0.107)	-0.074 (0.107)	-0.070 (0.107)	-0.065 (0.107)	-0.059 (0.107)	-0.064 (0.107)	-0.074 (0.107)	-0.079 (0.107)
Padre con educación profesional	0.116 (0.122)	0.117 (0.122)	0.117 (0.122)	0.118 (0.122)	0.134 (0.122)	0.127 (0.122)	0.119 (0.122)	0.133 (0.122)	0.119 (0.122)	0.124 (0.121)
Docentes femeninas CTIM	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.003g (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)
Colegio con programa vocacional	-0.004 (0.101)	0.002 (0.101)	0.003 (0.101)	0.000 (0.101)	-0.001 (0.101)	-0.001 (0.101)	-0.009 (0.101)	-0.002 (0.101)	0.001 (0.101)	0.006 (0.101)
Colegio privado	-0.332*** (0.121)	-0.334*** (0.121)	-0.336*** (0.121)	-0.329*** (0.121)	-0.329*** (0.121)	-0.331*** (0.121)	-0.338*** (0.121)	-0.315*** (0.121)	-0.336*** (0.121)	-0.317*** (0.121)
Constante	-23.36*** (2.458)	-22.05*** (2.428)	-22.44*** (2.435)	-22.12*** (2.428)	-22.73*** (2.442)	-22.57*** (2.453)	-22.77*** (2.450)	-22.05*** (2.446)	-22.73*** (2.430)	-22.23*** (2.441)
Observaciones	2,434	2,434	2,434	2,434	2,434	2,434	2,434	2,434	2,434	2,434
Pseudo-R ²	0.0815	0.0780	0.0790	0.0779	0.0805	0.0786	0.0798	0.0779	0.0798	0.0780
Clasificación correcta	70.38%	70.38%	70.17%	70.46%	70.30%	70.79%	70.62%	70.62%	70.67%	70.87%
Test de bondad de ajuste Prob>chi ²	0.619	0.569	0.622	0.475	0.706	0.544	0.646	0.577	0.543	0.655
AIC	2742.426	2742.426	2752.635	2749.866	2753.045	2745.240	2750.800	2747.395	2753.040	2747.286
BIC	2852.574	2852.574	2862.784	2860.015	2863.194	2855.389	2860.949	2857.543	2863.188	2857.434

Controles: horas extras de matemáticas, facilidad para interactuar, cursa el último curso de bachillerato, expectativa de educación técnica, expectativa de educación universitaria, actividades de deporte después del colegio, logaritmo del tamaño del colegio.

Nota: la expectativa de ocupación CTIM en sentido estricto es la usada para las estimaciones Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo 4 Resultados de Logit general con sexo como explicativa, para cada uno de los valores plausibles de habilidades teóricas y aplicadas, incluyendo auto eficacia e interés en ciencias

Variables	Ocupación CTIM Valores plausibles 1	Ocupación CTIM Valores plausibles 2	Ocupación CTIM Valores plausibles 3	Ocupación CTIM Valores plausibles 4	Ocupación CTIM Valores plausibles 5	Ocupación CTIM Valores plausibles 6	Ocupación CTIM Valores plausibles 7	Ocupación CTIM Valores plausibles 8	Ocupación CTIM Valores plausibles 9	Ocupación CTIM Valores plausibles 10
Auto eficacia	0.145*** (0.033)	0.147*** (0.033)	0.147*** (0.033)	0.148*** (0.033)	0.150*** (0.033)	0.149*** (0.033)	0.152*** (0.033)	0.148*** (0.033)	0.150*** (0.033)	0.151*** (0.033)
Interés en ciencias	0.005 (0.005)	0.005 (0.005)	0.005 (0.005)	0.005 (0.005)	0.005 (0.005)	0.005 (0.005)	0.006 (0.005)	0.006 (0.005)	0.005 (0.005)	0.005 (0.005)
Sesgo docente	0.012g (0.072)	-0.001 (0.071)	0.002 (0.071)	0.008 (0.071)	0.008 (0.071)	0.012 (0.072)	0.006 (0.072)	-0.001 (0.071)	0.008 (0.072)	0.002 (0.071)
Índice de riqueza	-0.081** (0.035)	-0.069** (0.035)	-0.072** (0.035)	-0.075** (0.035)	-0.072** (0.035)	-0.079** (0.035)	-0.075** (0.035)	-0.068** (0.035)	-0.072** (0.035)	-0.071** (0.035)
Promedio habilidades teóricas	1.363** (0.544)	1.038* (0.545)	1.935*** (0.549)	2.186*** (0.533)	2.154*** (0.535)	1.476*** (0.528)	1.325** (0.543)	1.155** (0.546)	2.393*** (0.530)	1.638*** (0.549)
Promedio habilidades aplicadas	1.808*** (0.525)	2.010*** (0.524)	1.070** (0.522)	0.803 (0.511)	0.884* (0.514)	1.592*** (0.500)	1.823*** (0.519)	1.836*** (0.527)	0.654 (0.509)	1.350*** (0.517)
Facilidad para interactuar	0.109 (0.087)	0.110 (0.086)	0.119 (0.086)	0.106 (0.086)	0.110 (0.086)	0.114 (0.086)	0.116 (0.087)	0.110 (0.086)	0.110 (0.086)	0.108 (0.086)
Madre con educación profesional	-0.080 (0.082)	-0.081 (0.082)	-0.081 (0.082)	-0.081 (0.082)	-0.076 (0.082)	-0.079 (0.082)	-0.071 (0.082)	-0.077 (0.082)	-0.083 (0.082)	-0.082 (0.082)
Padre con educación profesional	0.118 (0.083)	0.114 (0.082)	0.109 (0.082)	0.110 (0.082)	0.112 (0.083)	0.118 (0.082)	0.113 (0.083)	0.116 (0.082)	0.108 (0.083)	0.114 (0.082)
Docentes femeninas CTIM en el colegio	-0.003* (0.002)	-0.003* (0.002)	-0.003* (0.002)	-0.0031* (0.002)	-0.0031* (0.002)	-0.003* (0.002)	-0.003** (0.002)	-0.003* (0.002)	-0.003* (0.002)	-0.003* (0.002)
Colegio con programa vocacional	0.009 (0.078)	0.016 (0.078)	0.015 (0.078)	0.011 (0.078)	0.018 (0.078)	0.014 (0.078)	0.004 (0.078)	0.007 (0.078)	0.011 (0.078)	0.013 (0.078)
Colegio privado	-0.225** (0.090)	-0.233*** (0.090)	-0.224** (0.090)	-0.219** (0.090)	-0.215** (0.090)	-0.226** (0.090)	-0.234*** (0.090)	-0.215** (0.090)	-0.225** (0.090)	-0.214** (0.090)
Mujer	0.029 (0.077)	0.016 (0.077)	0.019 (0.077)	0.024 (0.077)	0.027 (0.077)	0.023 (0.077)	0.026 (0.077)	0.012 (0.077)	0.029 (0.077)	0.018 (0.077)
Constante	-23.80*** (1.865)	-23.01*** (1.852)	-22.73*** (1.846)	-22.66*** (1.845)	-22.99*** (1.849)	-23.14*** (1.856)	-23.64*** (1.862)	-22.70*** (1.856)	-23.05*** (1.842)	-22.64*** (1.848)
Observaciones	4,148	4,148	4,148	4,148	4,148	4,148	4,148	4,148	4,148	4,148
Pseudo – R ²	0.088	0.087	0.085	0.085	0.086	0.087	0.088	0.085	0.087	0.085g
Clasificación correcta	70.40%	69.79%	69.91%	70.15%	70.01%	70.23%	70.35%	70.06%	70.13%	70.42%
Test de bondad de ajuste Prob>chi ²	0.017	0.028	0.123	0.125	0.186	0.031	0.143	0.006	0.137	0.151
AIC	4662.432	4669.025	4676.348	4677.120	4672.804	4670.197	4662.463	4676.417	4669.895	4676.536
BIC	4789.039	4795.633	4802.956	4803.728	4799.412	4796.805	4789.071	4803.025	4796.503	4803.143

Controles: horas extras de matemáticas, facilidad para interactuar, cursa el último curso de bachillerato, expectativa de educación técnica, expectativa de educación universitaria, actividades de deporte después del colegio, logaritmo del tamaño del colegio.

Nota: la expectativa de ocupación CTIM en sentido estricto es la usada para las estimaciones Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo 5 Estadísticas descriptivas de los coeficientes de regresiones multinivel

Variable	Obs	Media	Desviación estándar.	Min	Max
Sesgo docente	10	-.08	.006	-.086	-.07
Auto eficacia	10	.179	.002	.175	.183
Interés en ciencias	10	.014	0	.014	.015
Horas extras de matemáticas	10	.004	.001	.003	.005
Riqueza del hogar	10	-.024	.005	-.033	-.018
Promedio de habilidades teóricas	10	1.764	.65	.918	3.013
Promedio de habilidades aplicadas	10	1.277	.653	.08	2.246
Cursa el último año de bachillerato	10	.039	.008	.028	.049
Facilidad para interactuar con otros	10	.117	.003	.114	.124
Expectativa de educación técnica	10	3.268	.025	3.222	3.307
Expectativa de educación universitaria	10	4.103	.018	4.077	4.132
Madre con educación profesional	10	-.116	.007	-.126	-.105
Padre con educación profesional	10	.143	.003	.139	.148
Proporción de docentes mujeres de áreas CTIM	10	-.003	0	-.003	-.003
Actividades de deporte después de clase	10	.004	.004	-.001	.013
El colegio tiene programa vocacional	10	-.013	.004	-.021	-.008
Logaritmo del tamaño del colegio	10	-.129	.004	-.138	-.124
Colegio es privado	10	-.323	.008	-.332	-.308
Constante	10	-22.264	.422	-23.065	-21.787

Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Pruebas de hipótesis aplicadas al coeficiente promedio del modelo Logit multinivel para cada una de las covariadas

Variable	Obs	Medía	Desviación estándar	Estadístico t	P-valor
Sesgo docente	10	-.08	.002	-45.4	0
Auto eficacia	10	.179	.001	240.8	0
Interés en ciencias	10	.014	0	126.35	0
Horas extras de matemáticas	10	.004	0	17.25	0
Riqueza del hogar	10	-.025	.002	-16.85	0
Promedio de habilidades teóricas	10	1.764	.205	8.6	0
Promedio de habilidades aplicadas	10	1.277	.206	6.2	0
Expectativa de educación técnica	10	3.268	.008	421.3	0
Expectativa de educación universitaria	10	4.103	.005	714.65	0
Padre con educación profesional	10	.143	.001	131.75	0
Madre con educación profesional	10	-.116	.002	-54.6	0
Facilidad para interactuar con otras personas	10	.117	.001	111.95	0
Proporción de docente femenina	10	-.003	0	-78.45	0
Deporte después del colegio	10	.004	.002	2.85	.02
Colegio tiene programa vocacional	10	-.013	.001	-11.45	0
Logaritmo del tamaño del colegio	10	-.129	.002	-96.3	0
Tipo de colegio	10	-.323	.003	-132.8	0
Constante	10	-22.264	.134	-166.9	0

Fuente: elaboración propia