



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS

Determinantes de la brecha de género en matemáticas: rol del autoconcepto

Tesis para optar al grado de Magíster en Análisis Económico

Autora:

Paula Alejandra Vera Pérez

Profesor guía:

Juan Pablo Valenzuela Barros

19 de noviembre de 2021

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi profesor guía Juan Pablo Valenzuela, por su apoyo y orientación, por compartir conmigo conocimientos que me ayudaron a conseguir los resultados que esperaba y por su extraordinaria docencia. A Macarena Muñoz, por su amistad, comentarios y consejos en el proceso. A Dylan Arce, por su apoyo, motivación y abrazo reconfortante en tiempos difíciles. A Ignacia Vera, por siempre creer en mí y hacérmelo saber. A mi familia por su apoyo y por comprender mis ausencias. Y finalmente a mí, por seguir adelante en plena pandemia mundial.

Índice

1. Introducción	4
2. Revisión de literatura	7
2.1. Discriminación de género y brecha de género en matemáticas	7
2.2. Brecha de género en autoconcepto y resultados en matemáticas	9
2.2.1. ¿Qué entendemos por autoconcepto?	9
2.2.2. Autoconcepto y resultados en matemáticas	10
2.2.3. Factores del autoconcepto	11
2.3. Estudios relacionados en Chile	12
3. Datos	13
3.1. Función de producción	15
3.2. Estadística descriptiva	17
4. Metodología	18
4.1. Descomposición de Oaxaca-Blinder	20
4.2. Descomposición de Juhn, Murphy y Pierce	21
5. Resultados	22
5.1. Resultados estimación función de producción	22
5.2. Resultados descomposición Oaxaca-Blinder	25
5.3. Resultados descomposición Juhn, Murphy y Pierce	27
6. Discusión de resultados	29
7. Conclusiones	32
8. Referencias	35
9. Anexos	41

Determinantes de la brecha de género en matemáticas: rol del autoconcepto

Autora:

Paula Vera Pérez

Profesor guía:

Juan Pablo Valenzuela

Resumen

Existe evidencia que señala que las brechas de género en matemáticas están limitando la contribución de mujeres en áreas STEM, lo que conlleva enormes costos económicos. A su vez, diversos estudios concuerdan en que las estudiantes mujeres presentan menor autoconcepto en matemáticas, en otras palabras, confían menos en sus propias habilidades en la asignatura, lo que podría tener relación con su menor desempeño en la materia. Utilizando datos SIMCE para estudiantes de octavo básico 2015, se estudia la brecha de género en matemáticas mediante el uso de las metodologías de descomposición de diferencias de Oaxaca-Blinder (1973) y Juhn, Murphy & Pierce (1993). El hallazgo principal de este trabajo da cuenta que la brecha en matemáticas en contra de las mujeres es alta, estadísticamente significativa, creciente en el tiempo y estructural, pues se presenta en toda la distribución de desempeño. Por otro lado, se encontró que la brecha de género en autoconcepto en matemáticas, en conjunto con la brecha de género en puntaje matemáticas en contra de ellas ya existente en cuarto básico, explican casi el 73 % de la brecha de género promedio en matemáticas en octavo básico. Otro hallazgo revela que las expectativas parentales tienen un importante rol en la generación de las brechas observadas. Se encuentra que las niñas presentan un menor desempeño en matemáticas cuando sus padres esperan que completen estudios universitarios o de postgrado en comparación a sus pares hombres, reflejando que las expectativas parentales tienen un sesgo de género. Con el objetivo de eliminar la brecha de género en matemáticas, se recomienda la formulación de políticas que actúen de manera temprana en el desarrollo de los y las estudiantes, con foco en aumentar el autoconcepto de las mujeres.

Palabras clave: Brecha de género, matemáticas, autoconcepto en matemáticas, descomposición de diferencias.

JEL classification: I00, I25, J16, D91.

1. Introducción

Hay evidencia que indica que en muchos países existen brechas de género en pruebas estandarizadas de matemáticas, sin embargo, no es un hecho generalizado en todo el mundo (Fryer & Levitt, 2009; Marks, 2008; OECD, 2014, 2015; Reilly, 2012). Mientras que en algunos países la brecha de género en matemáticas en contra de las mujeres es muy relevante, sobre todo en la parte derecha de la distribución de rendimiento (González de San Román et al., 2012), en otros no existe o, incluso, es en favor de ellas. Lo anterior descarta la hipótesis de que las mujeres pudieran tener una debilidad innata biológica para las matemáticas en comparación a los hombres, puesto que ellas pueden alcanzar altos niveles de desempeño al igual que ellos (Hyde & Mertz, 2009; Spelke, 2005).

En esta línea, existe literatura que indica que la brecha en matemáticas en contra de las mujeres se da principalmente por características culturales: países con menor equidad de género enfrentan mayor brecha en matemáticas (Else-Quest et al., 2010; Andreescu et al., 2007).

Respecto al caso chileno, existen estudios que muestran la existencia de brecha de género en pruebas estandarizadas en matemáticas en contra de las mujeres, tanto en la prueba SIMCE¹ como en la PSU² (Mizala et al., 2016; Bharadwaj et al., 2015). En el caso del SIMCE, se observa que la brecha crece a medida que los estudiantes se encuentran en niveles mayores, brecha que se acentúa en la PSU (Mizala et al., 2016).

Por otro lado, evidencia nacional e internacional señala que las niñas presentan en promedio menor nivel de autoconcepto en matemáticas que los niños, en otras palabras, que confían menos en sus propias habilidades en la asignatura (OECD, 2015; Ahmed et al., 2012; Bharadwaj et al., 2015; Acuña, 2018). Un estudio de la OECD concluye que al comparar niños y niñas con igual nivel de autoconfianza en matemáticas, la brecha de género en PISA Matemáticas se reduce considerablemente en muchos países. De este estudio se desprende que la menor autoconfianza de las mujeres en matemáticas podría relacionarse con el menor puntaje promedio que ellas obtienen en pruebas estandarizadas de matemáticas (OECD, 2015).

En este trabajo se estudian los determinantes de la brecha de género en la prueba SIMCE Matemáticas en Chile. Para esto se utilizan dos metodologías de descomposición de diferencias: Oaxaca-Blinder (1973), para una descomposición de la brecha promedio y Juhn, Murphy & Pierce (1993), para una descomposición de la brecha por deciles de la distribución de puntajes. Tales análisis se hacen poniendo especial atención al impacto de la brecha de género en autoconcepto en matemáticas sobre

¹Sistema de Medición de la Calidad de la Educación

²Prueba de selección universitaria en Chile.

la brecha de género en puntajes en matemáticas.

La literatura respecto al estudio de la brecha de género en matemáticas es amplia, sin embargo, no es este el caso respecto a la literatura de una relación entre brecha de género en matemáticas y diferencias en autoconcepto. Así, este estudio es un aporte a la literatura en la medida que permite dilucidar, para el caso chileno, qué tanto de la brecha de género en matemáticas se explica por brecha de género en autoconcepto y qué parte se explica por otros determinantes.

Existe consenso de que las brechas de género en matemáticas a nivel escolar están limitando la contribución de mujeres en áreas científicas y matemáticas (Doris et al., 2013; Bobbitt-Zeher, 2007), puesto que afectan las preferencias de las mujeres por las carreras STEM³ y reducen sus puntajes para postular a ellas (Ceci et al., 2009). Esto afecta la posición económica futura de las mujeres (Joensen & Nielsen, 2013), debido a que las disciplinas STEM representan en general mayores oportunidades laborales y mayores salarios (Comunidad Mujer, 2017).

A su vez, la menor participación de mujeres en áreas científicas y matemáticas conlleva un problema de ineficiencia debido al desaprovechamiento del talento femenino en el área, tomando en cuenta que la habilidad es una característica igualmente distribuida en hombres y mujeres (Francois, 1998; Albanesi & Olivetti, 2006; Bjerck & Hahn, 2007).

Por otro lado, reducir inequidades de género, tanto en ámbitos educacionales como laborales, afecta positivamente diferentes resultados económicos. Ostry et al. (2018) encuentran que la mano de obra femenina y masculina son complementos en vez de sustitutos, lo que implica que una mayor participación laboral femenina no sólo afecta positivamente a la producción por medio de una mayor cantidad de mano de obra disponible, sino que además existe un efecto positivo de diversidad de género sobre la productividad. Concluyen además que la diversidad de género no sólo favorece a las mujeres, sino que también beneficia a los hombres por medio de mejores salarios debido a la mayor productividad.

Por su parte, Devadas y Kim (2020) proponen que las inequidades de género afectan el crecimiento económico mediante una relación con el trabajo efectivo y la Productividad Total de Factores (PTF). Concluyen que la existencia de brechas de género en tasas de participación laboral se asocia con pérdidas promedio en ingreso per cápita a largo plazo de aproximadamente 9% en países OECD, y hasta de 30% en países de Oriente Medio y el Norte de África (MENA). Por otro lado, reducir la brecha de género en educación, especialmente en países de bajos ingresos y medianos-bajos, conduciría a un crecimiento más rápido de la PTF cuando mujeres jóvenes con mejor

³Carreras del área de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

educación se incorporen al mercado laboral (Devadas & Kim, 2020).

Debido a lo anterior, resulta relevante para la disciplina económica estudiar los determinantes de la brecha de género en matemáticas. No sólo porque esta representa una brecha injusta, y una deuda con el 50 % de estudiantes, sino que también porque afecta negativamente el crecimiento económico de los países. Por lo tanto, comprender cuándo y cómo comienzan a desarrollarse diferencias entre hombres y mujeres en el proceso de acumulación de capital humano, es crucial para desarrollar políticas efectivas que busquen reducir estas brechas a tiempo.

El hallazgo principal de este trabajo da cuenta que la brecha en matemáticas en contra de las estudiantes mujeres es alta, estadísticamente significativa y creciente en el tiempo, alcanzando 0,15 desviaciones estándares en octavo básico. Adicionalmente, esta brecha es estructural, pues se presenta en toda la distribución de desempeño en matemáticas, siendo bastante similar entre estudiantes de bajo, mediano y alto desempeño.

Por otro lado, se encontró que la brecha de género en autoconcepto en matemáticas, en conjunto con la brecha de género en puntaje matemáticas en contra de ellas ya existente en cuarto básico, explican casi el 73 % de la brecha de género promedio en matemáticas en octavo básico. Esto implica que cualquier política que busque reducir la brecha en matemáticas debe ser focalizada en los primeros niveles educacionales, previo a cuarto básico. Por otro lado, aquellas políticas que promuevan un mayor autoconcepto en las niñas podrían tener grandes beneficios.

Un tercer hallazgo relevante revela que las expectativas parentales tienen un importante rol en la generación de las brechas observadas. Se encuentra que las niñas presentan un menor desempeño en matemática cuando sus padres esperan que completen estudios universitarios o de postgrado en comparación a sus pares hombres, reflejando que las expectativas parentales podrían tener un sesgo de género. Estos resultados implican desafíos tanto para las familias como para las comunidades educativas.

El documento se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza una revisión de literatura sobre brecha de género en matemáticas y su relación con autoconcepto. En la sección 3 se presentan los datos a utilizar más estadística descriptiva. En la sección 4 se describen las metodologías a utilizar, mientras que en la sección 5 se presentan los resultados. En la sección 6 se discuten los resultados y finalmente, en la última sección, se presentan conclusiones más recomendaciones de política y futuros estudios en el área.

2. Revisión de literatura

2.1. Discriminación de género y brecha de género en matemáticas

Muchos estudios concluyen que la discriminación de género es el factor más relevante para explicar brechas de género en matemáticas (Andreescu et al., 2007; Else-Quest et al., 2010; Hyde & Mertz, 2009; Kane & Mertz, 2012; Lindberg et al., 2010; Marks, 2008; Reilly, 2012; Spelke, 2005), por lo que los resultados en pruebas estandarizadas podrían no reflejar necesariamente la habilidad real de las mujeres. Se ha observado que los puntajes en tests pueden subestimar las habilidades cognitivas reales de poblaciones negativamente estereotipadas (Walton & Spencer, 2009), como es el caso de las mujeres en el desempeño en matemáticas y ciencias.

Según la evidencia, esta discriminación se puede llevar a cabo tanto en el ambiente familiar como en el ambiente escolar. Las expectativas y estereotipos de género de padres, profesores y profesoras sobre las niñas y niños, y sus formas de conceptualizar el logro en matemáticas, juegan un rol muy relevante sobre las actitudes de las y los estudiantes hacia las matemáticas (Gunderson et al., 2012; Oswald & Harvey, 2000; Rivardo et al., 2011; Nosek et al., 2009).

Respecto al ambiente familiar, existe evidencia que indica que el rol de género que transmiten las madres a sus hijas y las percepciones que tienen de las habilidades de sus hijas en áreas comúnmente estereotipadas, como matemáticas y ciencias, afectan la performance de las niñas en estas áreas. González de San Román & De La Rica (2012) encuentran que hijas de madres que participan en el mercado laboral y/o poseen educación superior presentan mejores resultados en matemáticas. Los autores indican que una posible explicación es que la madre proyecta una imagen contraria a lo que dicta el estereotipo de quedarse en la casa para solo cuidar del hogar, desarrollándose en el ámbito laboral, lo que afecta positivamente las expectativas que tienen las hijas sobre su propio rol en la sociedad, mejorando su performance en matemáticas y otras áreas. Este resultado es más fuerte en países con menor participación laboral de las mujeres y menor equidad de género.

También existe evidencia que indica que los estereotipos de género hacia las matemáticas que las madres poseen afectan la autopercepción que tienen las niñas sobre su propia habilidad en el área (Tomasetto et al., 2015). En esta misma línea, existe consenso en la literatura sobre el rol relevante que cumplen los padres como influencia en el desarrollo de la autopercepción de la habilidad de los niños en diferentes ámbitos académicos (Parsons, Adler & Kaczala, 1982; Jacobs, Davis-Kean, Bleeker, Eccles & Malanchuk, 2005). Así, la percepción que tienen los padres sobre las habilidades de sus hijos, y lo que creen los niños y niñas sobre cuáles son estas

percepciones, afectan en gran medida la autopercepción del estudiante, lo que finalmente afecta sus resultados en diferentes ámbitos académicos.

En específico, para el caso de las niñas, hay evidencia que indica que los padres sistemáticamente tienden a percibir a sus hijos como más competentes que sus hijas en matemáticas, independientemente de sus calificaciones reales en la materia. Esto a pesar de que los padres indiquen que sus opiniones sobre la capacidad de sus hijos se basan en indicadores externos como sus calificaciones (Frome & Eccles, 1998; Raty & Kasanen, 2013; Yee & Eccles, 1988).

Respecto al ambiente escolar, existe evidencia de que los estereotipos de género de los docentes hacia las matemáticas están presentes desde los primeros años de educación básica (Cvencek et al., 2011), los cuales pueden afectar el desempeño de las mujeres a través de una mayor ansiedad en matemáticas (Maloney & Beilock, 2012).

En esta línea, existe evidencia para Chile que indica que el género del profesor de matemáticas importa (Paredes, 2014; Acuña, 2018). Paredes (2014) encuentra que una profesora mujer afecta positivamente el puntaje promedio de las niñas, pero no afecta el de los niños. Según la autora, este resultado es consistente con el modelo de rol que cumplen las profesoras mujeres en áreas donde la proporción de profesoras mujeres es menor (matemáticas, física y ciencias), mientras que no tiene que ver con un efecto de sesgo de género por parte de la profesora (Paredes, 2014).

Otra línea importante de investigación, sobre la brecha de género en matemáticas, incluye las actitudes de competencia que tienen hombres y mujeres, las cuales pueden afectar el rendimiento en la asignatura. Existe evidencia robusta que indica que en ambientes estereotipadamente masculinos, se observa una diferencia de género en la propensión a competir entre hombres y mujeres con niveles de habilidad similares (Niederle & Vesterlund, 2011), donde la cultura y los procesos de socialización alrededor de la pubertad pueden jugar un rol muy relevante (Andersen, 2013). En culturas principalmente patriarcales las estudiantes mujeres muestran menor propensión a competir frente a los varones, sin embargo, en sociedades matriarcales no se encuentran diferencias significativas (Andersen, 2013).

Por otro lado, hay evidencia que indica que las mujeres presentan mayor aversión al riesgo que los hombres (Bertrand, 2011; Croson & Gneezy, 2009), lo que se relacionaría con una menor autoconfianza. Lo anterior afectaría los resultados de hombres y mujeres en ambientes competitivos, pudiendo explicar parte de las diferencias en test de matemáticas (Niederle & Vesterlund, 2010).

2.2. Brecha de género en autoconcepto y resultados en matemáticas

2.2.1. ¿Qué entendemos por autoconcepto?

El autoconcepto se refiere a las percepciones de sí mismo de una persona, y el autoconcepto académico se refiere a las creencias de una persona sobre sus propias habilidades académicas (Shavelson et al., 1976). El autoconcepto se considera un constructo organizado, multidimensional, jerárquico, estable, desarrollable y diferenciable (Shavelson et al., 1976). Que sea multidimensional significa que varía según las diferentes materias académicas (Marsh, 1993). Se entiende que el autoconcepto está vinculado a la autoeficacia, que es la creencia en la propia capacidad para hacer algo o para lograr un efecto deseado. Por tanto, el autoconcepto académico puede verse como una forma específica de autoconfianza (Sullivan, 2009). Para efectos de esta investigación, tomaremos autoeficacia, autoconfianza y autopercepción de habilidad como sinónimos de autoconcepto.

La importancia concedida al autoconcepto académico en la investigación educativa es enorme respondiendo a la creencia de que no se puede entender la conducta escolar sin considerar las percepciones que el sujeto tiene de sí mismo y, en particular, de su propia competencia académica (Palacios & Zabala, 2007). Un alto autoconcepto se asocia positivamente con el aprendizaje y un mayor grado de confianza promueve el logro educativo, así como el éxito en otros dominios (Cairns & Cairns, 1994).

Si se comparan individuos con el mismo nivel de habilidad académica, algunos tendrán percepciones más positivas de sus propias habilidades que otros. Existe evidencia de una relación positiva entre mentalidad de crecimiento (la creencia de que la inteligencia no es algo fijo y puede desarrollarse) y resultados académicos en los estudiantes. El trabajo de Claro et al. (2016) encuentra que, en todos los niveles socioeconómicos, aquellos que tienen una mentalidad de crecimiento mayor superan constantemente a los que no la tienen, relación que se mantiene en todas las escuelas de Chile. En suma, encuentran que los estudiantes de menores ingresos son dos veces más propensos a reportar mentalidad de crecimiento fija o estática, en comparación a sus pares de altos ingresos. Este hallazgo sugiere que la desventaja económica puede conducir a peores resultados académicos, en parte al hacer que los estudiantes de bajos ingresos crean que no pueden desarrollar sus habilidades intelectuales (Claro et al., 2016).

2.2.2. Autoconcepto y resultados en matemáticas

Se ha estudiado extensamente la relación entre autoconcepto y rendimiento académico, sin embargo, no existen estudios concluyentes que identifiquen claramente la dirección del vínculo que une estas dos variables (Ghazvini, 2011).

Marsh y Yeung (1997) señalan la necesidad de diferenciar tres posibles patrones causales entre el autoconcepto y el rendimiento académico: Primero, que el rendimiento académico determina el autoconcepto. En este caso, las experiencias académicas de éxito o fracaso afectarían significativamente el autoconcepto y la imagen de sí mismo del alumno más que a la inversa, lo que se explica por el papel de la evaluación por parte de las personas significativas o por la teoría de la comparación social (Tajfel & Turner, 1986).

Segundo, que el autoconcepto determina el rendimiento académico. En este caso, dado que el autoconcepto es lo que determina los niveles de rendimiento académico, podemos inferir que sería posible incrementar los niveles de rendimiento escolar optimizando previamente los niveles de autoconcepto y muy específicamente los niveles de competencia percibida. Y tercero, que el autoconcepto y el rendimiento académico se influyen y se determinan mutuamente.

Un conjunto de literatura internacional concluye que existe una relación recíproca entre ambas variables (Niepel et al., 2014; Green et al., 2006; Marsh et al., 2004; Marsh & Martin, 2011), mientras que a nivel nacional no se identificó literatura que se enfocara en la dirección de una relación causal. La excepción es el trabajo de tesis de Acuña (2018), donde se explota parte de esta problemática. La autora encuentra que las variables que afectan al autoconcepto matemático, como género del profesor(a) de matemáticas, expectativas de los padres sobre el último nivel educativo a alcanzar por su hijo(a), entre otras, también afectan los puntajes SIMCE Matemáticas, es decir, ambas variables poseen factores en común, lo que daría indicios de una relación indirecta entre autoconcepto y rendimiento.

Por su parte, Gallardo (2019) estudia la relación entre la autoeficacia matemática (sinónimo de autoconcepto o autopercepción de habilidad) y el rendimiento en SIMCE Matemáticas, tanto para estudiantes en establecimientos científico-humanista como técnico-profesional. Una de sus conclusiones más relevantes es que el efecto de una mayor autoeficacia en matemática, por ejemplo, en una desviación estándar, es mayor al efecto en puntaje matemáticas producido por el incremento en la misma magnitud del Nivel Socio-Económico (NSE) del establecimiento al cual asiste el estudiante. Por lo tanto, en sociedades segregadas territorialmente, aplicar políticas educacionales que se enfoquen en mejorar la autoeficacia de los estudiantes podría tener mayor impacto que políticas de desegregación urbana.

La importancia del autoconcepto en la brecha de género en matemáticas surge bajo un conjunto de evidencia internacional y nacional que indica que las niñas poseen menor autoconfianza en matemáticas que los niños (OECD, 2015; Ahmed et al., 2012; Bharadwaj et al., 2015; Acuña, 2018). Filippin & Paccagnella (2012) encuentran que menores niveles de autoconfianza pueden generar creencias erradas sobre las propias habilidades en grupos discriminados, e interrumpir los procesos de acumulación de capital humano generando una profecía autocumplida.

Un estudio de la OECD (2015) concluye que al comparar niños y niñas con igual nivel de autoconfianza en matemáticas, la brecha de género en PISA Matemáticas se reduce considerablemente en muchos países. De este estudio se desprende que la menor autoconfianza de las mujeres en matemáticas podría relacionarse con el menor puntaje promedio que ellas obtienen en pruebas estandarizadas de matemáticas (OECD, 2015).

2.2.3. Factores del autoconcepto

Existe un gran conjunto de evidencia que intenta explicar el autoconcepto de niñas, niños y jóvenes en distintos ámbitos. A nivel general, existe evidencia que indica que el autoconcepto académico se ve influenciado por la habilidad cognitiva del estudiante (Marsh, 1990, 2004; Chen et al., 2012; Brunner et al., 2008), comentarios y expectativas de padres (Niepel et al., 2014; Ryttonen et al., 2007; Tiedemann, 2000), de profesores (Upadyaya & Eccles, 2015; Niepel et al., 2014; Tiedemann, 2000) y de otras personas influyentes (Niepel et al., 2014; Tiedemann, 2000), características de profesores (McFarland et al., 2016; Arancibia & Álvarez, 1994) y procesos de comparación social (Niepel et al., 2014; Huguet et al., 2009; Skaalvik & Skaalvik, 2002; Brunner et al., 2008).

La teoría del valor de la expectativa (EVT por sus siglas en inglés) de la motivación académica (Parsons et al., 1982; Jacobs et al., 2005) indica que los padres cumplen un rol relevante como influencia en el desarrollo de la autopercepción de la capacidad de los niños en diferentes ámbitos académicos. Según este modelo, en ámbitos comúnmente estereotipados, las creencias estereotípicas de los padres sobre las capacidades diferenciadas de los niños y las niñas afecta en gran medida la autopercepción de ellas y ellos sobre sus propias habilidades.

Algunos estudios indican que el efecto de las creencias de los padres sobre el autoconcepto de los niños está mediado, al menos en parte, por la percepción subjetiva de las niñas y los niños sobre las creencias que tienen sus padres sobre ellas y ellos (Eccles, 2011; Wigfield & Eccles, 2000). Es decir, la percepción que tienen los padres sobre las habilidades de sus hijos, y lo que creen los niños y niñas sobre cuáles son

estas percepciones, afectan en gran medida la autopercepción del estudiante, lo que finalmente afecta sus resultados en diferentes ámbitos académicos.

2.3. Estudios relacionados en Chile

Los trabajos de Mizala et al. (2016) y Bharadwaj et al. (2015) indican la existencia de una brecha de género en pruebas estandarizadas chilenas, donde ambos trabajos enfatizan el rol del autoconcepto en matemática.

Mizala et al. (2016), usando una muestra de mellizos mixtos para controlar por no observables del hogar, encuentran que la brecha se da en la PSU, la cual representa una prueba competitiva, no así en el SIMCE, una prueba no competitiva. Los autores concluyen que la PSU podría estar subestimando las habilidades de las estudiantes mujeres.

Por otro lado, Bharadwaj et al. (2015) encuentran que ninguna de las variables incluidas explica en gran medida la brecha de género que observan en SIMCE Matemáticas, también usando datos para mellizos mixtos. Sin embargo, analizan los niveles de autopercepción de habilidad general y específica en matemáticas de los estudiantes, controlando por puntajes en el SIMCE Matemáticas, y encuentran que las mujeres son más propensas a ser pesimistas sobre sus habilidades matemáticas. Los autores recomiendan a futuros estudios profundizar en la percepción del estudiante de su propia habilidad para comprender mejor la brecha de género en matemáticas en Chile.

El aporte de este trabajo es profundizar en el análisis de la brecha de género en matemáticas que existe en Chile, principalmente en la brecha que se da a nivel escolar, mediante el uso de dos metodologías de descomposición de la brecha: Oaxaca-Blinder (1973), para una descomposición de la brecha promedio y Juhn, Murphy & Pierce (1993), para una descomposición por deciles de la distribución de puntajes. Todo esto poniendo especial atención al rol de la brecha de género en autoconcepto en matemáticas sobre la brecha de género en puntajes en matemáticas. Comprender los factores que explican esta brecha es relevante en la medida que esto nos permita orientar políticas públicas que busquen cerrar dicha brecha.

Según la literatura existente, se espera encontrar la existencia de brecha de género en matemáticas en contra de las mujeres. Por otro lado, se espera encontrar que las mujeres poseen un menor autoconcepto promedio que los hombres, lo que a su vez se relaciona con el menor puntaje promedio en matemáticas de las mujeres versus los hombres. Además, se espera obtener un efecto diferenciado por género de las expectativas de los padres sobre sus resultados académicos.

3. Datos

Para llevar a cabo esta investigación se utilizaron cuatro fuentes de información que tienen directa relación con la aplicación de la prueba SIMCE en Chile. Esta medición es una prueba estandarizada nacional de carácter censal, a cargo de la Agencia de la Calidad de la Educación, la cual busca evaluar logros en aprendizaje en las asignaturas de matemáticas, lenguaje y comunicación, ciencias naturales, historia e inglés. Las pruebas SIMCE son aplicadas a estudiantes de segundo, cuarto, sexto y octavo básico, además de segundo y tercero medio.

La primera fuente de datos a utilizar corresponde a los resultados de la prueba SIMCE Matemáticas, para las cohortes octavo básico 2015 y cuarto básico 2011. La segunda fuente corresponde al Cuestionario Estudiantes del SIMCE, el cual nos permite obtener información sobre la percepción que tiene cada estudiante sobre su propia habilidad académica en diversas materias y otras variables de interés. Estos datos se obtienen para la aplicación SIMCE octavo básico 2015.

Por último, una tercera fuente es el Cuestionario Padres del SIMCE, el cual nos provee de valiosa información a nivel familiar, principalmente nivel socio-económico del hogar del estudiante junto a las expectativas que tienen los padres sobre el nivel educativo máximo que su hijo o hija alcanzará en la vida. Además, se obtiene información sobre repitencia del estudiante. Estos datos se obtienen tanto de la aplicación 2015 para octavo básico, como para cuarto básico en 2011.

Uniendo todas estas fuentes de información se obtiene una muestra total de 90.398 estudiantes que rinden SIMCE 2015 estando en octavo básico y SIMCE 2011 estando en cuarto básico, donde 43.009 son de sexo masculino y 47.389 son de sexo femenino, lo cual representa el panel balanceado con el que haremos nuestras estimaciones.

El análisis de la brecha de género en matemáticas se hace en base a la cohorte octavo básico 2015 y se utiliza el puntaje de matemáticas de cuarto básico 2011 como control. Lo anterior es posible debido a que la mayoría de los estudiantes que rindió SIMCE en 2015 estando en octavo básico también rindió SIMCE en 2011 estando en cuarto básico. Utilizar una medida estandarizada de los puntajes nos permite cruzar sin problema puntajes de distintos grados.

En el cuadro 1 se muestra estadística descriptiva respecto a los puntajes SIMCE Matemáticas para las cohortes octavo básico 2015 y cuarto básico 2011. Lo relevante de esta tabla es que se observa que en ambas cohortes las mujeres obtuvieron peor puntaje promedio que los hombres ⁴.

⁴Si bien se encuentran diferencias de género en cuarto básico en 2011, debemos considerar que la brecha de género en SIMCE matemáticas en cuarto básico desaparece en el año 2015 (Agencia

Cuadro 1: Estadísticas puntajes SIMCE Matemáticas.

	Media	DE	Min	Max	N
Octavo básico 2015					
Muestra total	273.5	48.4	138.8	394.4	90398
Hombres	277.4	48.1	140.2	394.4	43009
Mujeres	270.0	48.4	138.8	394.4	47389
Cuarto básico 2011					
Muestra total	269.0	47.9	107.2	382.2	90398
Hombres	272.5	48.6	108.1	382.3	43009
Mujeres	265.8	47.1	107.2	382.3	47389

DE: Desviación estandar. Min: Mínimo. Max: Máximo.

Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas

8vo básico 2015 y 4to básico 2011.

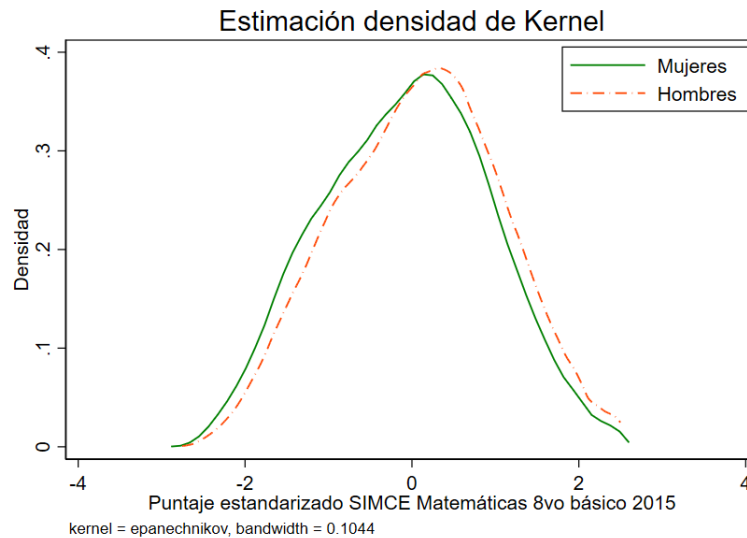
Como se mencionó previamente, estandarizar los puntajes nos permite poder comparar entre cohortes. Por lo tanto, todos los cálculos realizados en esta investigación y que se muestran en la sección de resultados, utilizarán siempre los puntajes en matemáticas estandarizados (media 0 y desviación estándar 1), tanto para octavo básico 2015 como para cuarto básico 2011.

La figura 1 presenta la distribución de puntajes estandarizados SIMCE Matemáticas 2015 para hombres y mujeres pertenecientes a octavo básico. Es fácil ver que hacia la parte derecha de la distribución los estudiantes varones presentan mayor densidad, es decir, hay más hombres que mujeres obteniendo mayores puntajes. Lo contrario sucede bajo la media. Esto entrega indicios sobre la existencia de brecha de género en matemáticas en contra de las mujeres.

A continuación se definen las variables a utilizar para explicar el rendimiento SIMCE Matemáticas y se presenta estadística descriptiva que permite conocer la muestra a utilizar.

de Calidad de la Educación, 2015). Para efectos de esta investigación estudiaremos la brecha de género en octavo básico en 2015 utilizando los puntajes de cuarto básico en 2011 como un control, cohortes en las cuales aún existía brecha de género en contra de las mujeres en matemáticas.

Figura 1: Distribución de puntajes SIMCE Matemáticas por género



Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015.

3.1. Función de producción

Para llevar a cabo el estudio de la brecha de género en matemáticas, se define el siguiente modelo a estimar para la función de producción de resultados SIMCE Matemáticas:

$$PtjeSIMCEMate_i = \alpha + \beta_1 X_i + \beta_2 F_i + c_i + \epsilon_i \quad (1)$$

Donde la variable dependiente corresponde al puntaje en matemáticas del estudiante i (puntajes estandarizados). Esta ecuación se calcula para cada grupo, hombres y mujeres, por separado⁵. Además, esta estimación sólo considera a aquellos estudiantes pertenecientes a colegios mixtos, dejando fuera a aquellos colegios segregados por sexo.

X corresponde a un vector de variables individuales del estudiante i como su autoconcepto general y en matemáticas, retraso escolar o repitencia y puntaje SIMCE Matemáticas cuando el estudiante i se encontraba en cuarto básico. Esta última variable se agrega como una forma de controlar por la habilidad del estudiante (suponiendo que la habilidad presenta un componente constante en el tiempo). Además, la inclusión de esta variable nos permite controlar por posible endogeneidad de la

⁵Ver en anexos el cuadro 8, el cual muestra la definición de cada una de las variables incluidas.

variable autoconcepto general y en matemáticas con la variable de resultados. Se espera encontrar un efecto positivo del puntaje en matemáticas previo sobre el puntaje actual. Por otro lado, se espera encontrar que repetir afecta negativamente el puntaje en matemáticas.

Las variables de autoconcepto en matemáticas y el autoconcepto en general son unas de las más relevantes en esta investigación. Se incluyen siguiendo a Mizala et al. (2016), Bharadwaj et al. (2015) y con el objetivo de testear la hipótesis de la OECD (2015) de que estas variables explican parte importante de las brechas de género en matemáticas. Se espera que un mayor nivel en autoconcepto, en general y en matemáticas, afecte positivamente los resultados en matemáticas.

Con el fin de evaluar el efecto de estas variables sobre el puntaje SIMCE Matemáticas, se ha construido un índice basado en preguntas del cuestionario estudiantes de la prueba SIMCE 2015 para octavo básico. Tales preguntas poseen respuestas en escala Likert de 4 categorías: Muy en desacuerdo (1), En desacuerdo (2), De acuerdo (3) y Muy de acuerdo (4). Las preguntas utilizadas para construir los índices se muestran en el cuadro 8 en anexos.

Los índices se construyen mediante un análisis factorial de componente principal (PCF, por sus siglas en inglés) y se corrobora mediante un análisis factorial confirmatorio (CFA por sus siglas en inglés). Estas metodologías nos permiten, por un lado, construir índices que resumen la información de varias variables que miden lo mismo (conceptualmente), y por otro lado, confirmar si estas variables efectivamente poseen una o más variables latentes.

En general, del análisis factorial confirmatorio, se desprende que la construcción del Índice Autoconcepto General presenta validez aceptable, pero débil, por el contrario, el Índice Autoconcepto Matemáticas es robusto⁶.

Por su parte, F corresponde a un vector de variables familiares del estudiante i como la educación de la madre, el nivel socioeconómico del hogar y las expectativas que tienen los familiares del estudiante sobre el nivel educativo máximo que este logrará alcanzar.

El nivel educativo de la madre se incluye siguiendo a San Román & De La Rica (2012), Mizala et al (2016) y otros muchos estudios en educación. Berger & Toma (1994), Deller & Rudnicki (1993), Hanushek & Taylor (1990), Summers & Wolfe (1977), encuentran que la educación de los padres es la variable de contexto familiar

⁶Ver en anexos el cuadro 9, el cual muestra los parámetros del análisis factorial confirmatorio de la construcción de ambos índices. Se han considerado como parámetros aceptables un SRMR cercano o inferior a 0,08; un RMSEA cercano o inferior a 0,06; un CFI y TLI cercanos a 0,95 o superior (Brown, 2015).

que más incide en los resultados de los estudiantes, siendo estadísticamente significativa y positiva para explicar el desempeño. Por lo tanto, se espera que un mayor nivel educativo de la madre se relacione positivamente con el puntaje del hijo o hija en matemáticas.

El nivel socioeconómico se incluye siguiendo a Mizala et al. (2016), Valenzuela, Bellei, Osses & Sevilla (2009) y Oreiro & Valenzuela (2011). Por su parte, las expectativas de los padres se incluyen siguiendo a Mizala et al. (2016) y Acuña (2018). Se espera que cada una de las variables antes mencionadas tengan un efecto positivo sobre el rendimiento en matemáticas.

Finalmente, c_i corresponde a un efecto fijo por colegio, el cual pretende rescatar el efecto de variables a nivel establecimiento que pueden impactar el rendimiento del estudiante como tamaño de clase promedio, género profesor(a) de matemáticas, proporción de estudiantes mujeres y promedio SIMCE Matemáticas. Estas variables si bien son relevantes, no son el objeto de esta investigación, por lo cual incluir efecto fijo por colegio nos permite simplificar nuestra estimación.

3.2. Estadística descriptiva

El cuadro 2 muestra estadística descriptiva para las variables previamente descritas. Se muestra la media y desviación estándar de las variables para la muestra completa y por sexo, además de los resultados de un test de diferencia de medias.

De estos resultados se desprende, en primer lugar, que la brecha de género en SIMCE Matemáticas en contra de las mujeres es estadísticamente significativa, con magnitud 0,154 DE y 0,138 DE para las cohortes octavo básico 2015 y cuarto básico 2011, respectivamente. Algo importante de destacar es que esta brecha crece en el tiempo, es mayor cuando se encuentran en octavo básico, versus cuarto básico, diferencia que es estadísticamente significativa según el test de diferencia de medias realizado.

Respecto a los índices de autoconcepto en general, y en específico en matemáticas, se observa una brecha de -0,22 DE a favor de las mujeres para el índice autoconcepto general, diferencia que es estadísticamente significativa. Mientras que sucede lo contrario para el índice de autoconcepto en matemáticas, donde la magnitud de la brecha es de 0,23 DE en contra de las mujeres, también estadísticamente significativa.

Por su parte, la variable de repitencia presenta mayor media para los hombres, siendo ambas diferencias estadísticamente significativas. En específico, 7,4% de los estudiantes varones de la muestra repitieron previo a cuarto básico, mientras que sólo el 5,5% de las mujeres repitió.

Respecto a las características familiares, las primeras cuatro variables dicotómicas indican el % de estudiantes con cierta expectativa familiar sobre el nivel educativo más alto a completar por el estudiante: Educación Media, Centro de Formación Técnica (CFT) o Instituto Profesional (IP), Universidad y Postgrado. Los resultados indican que 54,4% de las mujeres poseen padres con expectativas universitarias para ellas, en comparación a 51,3% de los hombres. Por otro lado, 25,7% de las mujeres poseen padres con expectativas de estudios de postgrado, frente a 23,4% de los hombres.

Respecto a estudios en CFT o IP, 17,2% de los estudiantes hombres tiene padres con estas expectativas educacionales, mientras que sólo 13,5% de las mujeres lo presenta. Por último, 7,6% de los estudiantes varones tienen padres que esperan que su hijo sólo complete la educación media, frente a un 5,8% de las mujeres. Todas las diferencias son estadísticamente significativas. En resumen, las mujeres presentan mayor probabilidad de que sus padres tengan mayores expectativas educacionales que los estudiantes varones.

En relación al último nivel educativo completado por la madre del estudiante, se observa que el 45% de ellas completó como máximo la educación media, le sigue un 26,4% que completó estudios superiores, un 20,4% que sólo completó la enseñanza básica y finalmente un 8,1% de las madres no logró completar la enseñanza básica.

Respecto a diferencias por género, se observa que las mujeres presentan en mayor porcentaje madres con educación básica o menos, mientras que los hombres presentan en mayor porcentaje madres con mayores niveles de educación. Sin embargo, las diferencias son pequeñas y no todas son estadísticamente significativas.

Por último, respecto al índice de nivel socioeconómico, construido en base a los ingresos del hogar y la educación de ambos padres mediante un análisis factorial de componente principal (PCF), se desprende que las mujeres viven en promedio en hogares con menor nivel socioeconómico que los estudiantes varones, diferencia que es relativamente pequeña pero estadísticamente significativa.

4. Metodología

La estrategia metodológica aplicada en este trabajo consiste en dos técnicas de descomposición de diferencia de resultados: Oaxaca (1973) y Blinder (1973); y Juhn, Murphy & Pierce (1993).

Estas técnicas permiten atribuir las diferencias de resultados observados entre dos grupos en varias fuentes: diferencias en características de los grupos analizados,

Cuadro 2: Estadística descriptiva.

VARIABLES	Total		Test diff. de medias			
	Media	DE	Media Hombres	Media Mujeres	Diff (H-M)	EE
A NIVEL ESTUDIANTE						
Puntaje Matemáticas 8vo básico	0.000	1.000	0.081	-0.073	0.154***	0.007
Puntaje Lectura 8vo básico	0.000	1.000	-0.113	0.103	-0.216***	0.007
Índice Autopercepción en general (*)	0.000	1.000	-0.030	0.027	-0.057***	0.007
Índice Autopercepción en Matemáticas (*)	0.000	1.000	0.121	-0.110	0.231***	0.007
% Repitencia = al menos 1 vez	0.064	0.245	0.074	0.055	0.020***	0.002
Puntaje Matemáticas 4to básico	0.000	1.000	0.072	-0.066	0.138***	0.007
Puntaje Lenguaje 4to básico	0.000	1.000	-0.095	0.086	-0.182***	0.007
A NIVEL FAMILIA						
% Expectativa familia = Media	0.066	0.249	0.076	0.058	0.018***	0.002
% Expectativa familia = CFT o IP	0.153	0.360	0.172	0.135	0.037***	0.002
% Expectativa familia = Universidad	0.529	0.499	0.513	0.544	-0.032***	0.003
% Expectativa familia = Postgrado	0.246	0.431	0.234	0.257	-0.023***	0.003
% Nivel educativo Madre = Sin Básica	0.081	0.272	0.078	0.083	-0.005**	0.002
% Nivel educativo Madre = Básica	0.204	0.403	0.201	0.207	-0.006*	0.003
% Nivel educativo Madre = Media	0.451	0.498	0.456	0.447	0.009**	0.003
% Nivel educativo Madre = Superior	0.264	0.441	0.264	0.263	0.001	0.003
Índice Nivel Socioeconómico (*)	0.000	1.000	0.013	-0.012	0.024***	0.007
Observaciones	90398		43,009	47,389		

Todos los puntajes SIMCE están estandarizados. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Diff: Diferencia Hombres-Mujeres. DE: Desviación estandar. EE: Error estandar.

Nivel educativo de la madre corresponde al último nivel completado.

(*) Índices contruidos bajo Principal-component Factor Analysis (PCF).

Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015 y 4to básico 2011.

diferencias en los efectos o retornos de dichas características sobre los resultados escolares, y un efecto interacción entre ambas fuentes mencionadas. Ambos métodos de descomposición se han utilizado en varios estudios sobre diferencias en outcomes educacionales, tanto para Chile como para otros países, algunos de ellos son Oreiro & Valenzuela (2011), Valenzuela et al. (2009) y Bellei et al. (2009).

4.1. Descomposición de Oaxaca-Blinder

El método de descomposición propuesto por Oaxaca-Blinder nos permite dividir la brecha de resultados entre hombres y mujeres en 3 componentes: (1) una parte explicada por la diferencia en la magnitud de los factores que afectan el desempeño de los estudiantes (efecto endowment o características), (2) una parte inexplicada por las características que hace referencia al diferencial en la eficiencia en el uso de los factores (efecto eficiencia o retornos) y (3) un efecto interacción que capta el efecto combinado de las diferencias de características y retornos (Jann, 2008).

Si bien esta metodología inicialmente fue desarrollada en economía laboral, recientemente ha sido aplicada a diferencias de resultados académicos medidos por test de aprendizajes como es el caso de la prueba SIMCE. Valenzuela et al. (2009) y Bellei et al. (2009) utilizan esta metodología para identificar los factores que explican las diferencias de resultados obtenidos por los estudiantes chilenos en Matemática y Lenguaje en la prueba PISA 2006, respecto de los obtenidos por los estudiantes de Polonia, España y Uruguay. Otro ejemplo es el trabajo de Oreiro & Valenzuela (2011).

La siguiente ecuación muestra los componentes de la brecha de resultados entre Hombres (H) y Mujeres (M) utilizando esta metodología:

$$Brecha = [E(X_H) - E(X_M)]'\beta_M + E(X_H)'(\beta_H - \beta_M) + [E(X_H) - E(X_M)]'(\beta_H - \beta_M) \quad (2)$$

El primer componente indica el cambio esperado en la media de puntaje de las estudiantes mujeres $E(X_M)$, si ellas tuvieran los mismos niveles promedios de dotación o características que los estudiantes varones $E(X_H)$, mientras que el segundo término mide el cambio esperado en la variable outcome si las niñas tuvieran los mismos retornos en puntajes β_M de estas características que los niños β_H . El último término toma en cuenta que las diferencias en factores y retornos existen simultáneamente entre ambos grupos (Jann, 2008).

A pesar de ser una metodología ampliamente utilizada en la literatura, esta adolece

de algunas limitaciones. Por un lado, este enfoque sólo da cuenta del promedio de las diferencias de los resultados y no de toda la distribución de dichas diferencias (Dolton & Makepeace, 1987). Otra limitación es que sólo se refiere al análisis de modelos lineales, y plantea problemas de identificación si se intenta calcular el aporte de variables individuales en presencia de grupos de dummies (Oaxaca & Ransom, 1999).

4.2. Descomposición de Juhn, Murphy y Pierce

La técnica de descomposición propuesta por Juhn et al. (1993) generaliza el enfoque de Oaxaca-Blinder (1973) mediante permitir el cálculo de la descomposición para diferentes partes de la distribución. Así, mientras la técnica Oaxaca-Blinder permite observar los efectos de diferencias en características y retornos en la media de la distribución de resultados, el enfoque de Juhn et al. (1993) permite habilitar la descomposición de tales diferencias a lo largo de toda la distribución de resultados.

Partiendo por definir una ecuación de resultados simple para ambos grupos, para g igual a mujeres u hombres:

$$y_{ig} = \beta_g x_{ig} + \epsilon_{ig} \quad (3)$$

Donde y corresponde al puntaje SIMCE Matemáticas del estudiante i de género g , x es un vector de variables a nivel estudiante, familia y establecimiento educacional y ϵ representa el término de error o residuo, es decir, el componente del puntaje en matemáticas que no se explica por observables.

La metodología parte por visualizar el residuo ϵ en función de dos factores: por un lado el percentil que ocupa el individuo i en la distribución de residuos del género g , θ_{ig} , y por otro lado, la función de distribución acumulada de los residuos en los resultados de g , $F_g^{-1}(\cdot | X_{ig})$. Entonces, se define:

$$\epsilon_{ig} = F_g^{-1}(\theta_{ig} | x_{ig}) \quad (4)$$

De esta forma es posible estimar la distribución de resultados para cada género, separando los efectos provenientes de diferencias en características observables, retornos y residuos.

Luego, asumiendo que $F(\cdot)$ es una distribución residual de referencia (por ejemplo, distribución residual promedio de ambas muestras) y que β es una estimación de coeficientes de referencia (por ejemplo, vector de coeficientes de un modelo agrupado

sobre toda la muestra), podemos determinar resultados hipotéticos con características variables para cada grupo, pero fijando los coeficientes y la distribución residual, como:

$$y_{ig}^1 = \beta x_{ig} + F^{-1}(\theta_{ig}|x_{ig}) \quad (5)$$

Por otro lado, podemos estimar los resultados hipotéticos con características y retornos variables para cada grupo, pero fijando la distribución residual:

$$y_{ig}^2 = \beta_g x_{ig} + F^{-1}(\theta_{ig}|x_{ig}) \quad (6)$$

Finalmente, se pueden estimar los resultados regulares con características, retornos y distribución de residuos variable por grupo:

$$y_{ig}^3 = \beta_g x_{ig} + F_g^{-1}(\theta_{ig}|x_{ig}) \quad (7)$$

Que corresponde exactamente a la misma ecuación (3).

Definiendo Y como una estadística resumida de la distribución de la variable y (por ejemplo, Y puede ser la media de y), se tiene que el diferencial $Y_H - Y_M$ se puede descomponer en:

$$Y_H - Y_M = [Y_H^1 - Y_M^1] + [(Y_H^2 - Y_M^2) - (Y_H^1 - Y_M^1)] + [(Y_H^3 - Y_M^3) - (Y_H^2 - Y_M^2)] \quad (8)$$

Es decir, la diferencia total $Y_H - Y_M$ se puede atribuir a diferencias en cantidades observables $[Y_H^1 - Y_M^1]$, diferencias en retornos observables $[(Y_H^2 - Y_M^2) - (Y_H^1 - Y_M^1)]$, y diferencias en características y retornos no observables $[(Y_H^3 - Y_M^3) - (Y_H^2 - Y_M^2)]$.

5. Resultados

5.1. Resultados estimación función de producción

En el cuadro 3 se presentan los resultados de estimaciones MCO para diferentes especificaciones para la muestra completa y por género, con variable dependiente puntaje SIMCE Matemáticas octavo básico 2015. El objetivo de esta sección de resultados es comprender la diferencia en retornos que poseen estudiantes hombres y

mujeres en relación a las diferentes variables que explican resultados SIMCE Matemáticas.

De la primera a la segunda columna se agregan las variables índice autoconcepto general y en matemáticas, las cuales tienen coeficientes positivos y estadísticamente significativos. Se observa que al controlar por ellas la brecha de género cae de -0,154 DE en la columna (1) a -0,077 DE en la columna (2), lo que podría ser indicio de que el autoconcepto explica parte importante de la brecha de género en puntaje matemáticas. Sin embargo, el indicador R^2 es bajo, lo que indica que tales estimaciones explican poco de la varianza del puntaje.

La columna (3) del cuadro 3 incluye los demás controles a nivel estudiante y a nivel familia. Con estos controles la brecha cae de -0,077 DE a -0,07 DE, con un R^2 para la estimación de 0,51, lo que es relativamente alto.

Las variables a nivel estudiante presentan los signos esperados: a mayor autoconcepto en general y en matemáticas mayor puntaje en matemáticas, repetir afecta negativamente el resultado en matemáticas y a mayor puntaje SIMCE Matemáticas cuarto básico, mayor puntaje SIMCE en octavo básico. Todos estos coeficientes son estadísticamente significativos.

Es especialmente relevante la magnitud del coeficiente de índice autoconcepto en matemáticas, el cual indica que un aumento en una DE en el índice implica un aumento de 0,22 DE en puntaje, es decir, un aumento equivalente a casi 1/5 de DE en puntaje matemáticas. También es relevante la magnitud del coeficiente de la variable dicotómica de repitencia, que indica que repetir al menos una vez previo a cuarto básico implica una caída en poco menos de 1/5 de DE en puntaje matemáticas.

Por último, el coeficiente de la variable puntaje SIMCE Matemáticas previo, en cuarto básico, indica que un aumento en una DE en este puntaje implica un aumento de 0,49 DE en puntaje SIMCE Matemáticas octavo básico, es decir, un aumento de casi 1/2 de DE. Se desprende de esto que el puntaje en grados previos, en este caso cuarto básico, afecta en gran medida al puntaje que obtendrán los estudiantes en grados mayores, en este caso octavo básico.

En específico por género (columnas 4 y 5), se observa que el autoconcepto en general tiene mayor retorno en puntaje para las niñas que para los niños, mientras que sucede lo contrario para el autoconcepto en matemáticas. Por su parte, repetir conlleva un retorno negativo mayor para las niñas en comparación a los niños, es decir, repetir al menos una vez es más costoso para ellas que para ellos en puntaje SIMCE Matemáticas. Por último, un mayor puntaje pasado en cuarto básico retorna mayor puntaje en octavo básico para las estudiantes mujeres en comparación a los hombres.

Determinantes de la brecha de género en matemáticas: rol del autoconcepto

Cuadro 3: Resultados estimación MCO

Variable dependiente: Puntaje SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015

VARIABLES	(1) Total	(2) Total	(3) Total	(4) Mujeres	(5) Hombres
A NIVEL ESTUDIANTE					
Dummy Género = Mujer	-0.1544*** (0.0066)	-0.0769*** (0.0062)	-0.0695*** (0.0044)		
Índice Auto percepción en General (*)		0.0684*** (0.0033)	0.0105*** (0.0021)	0.0147*** (0.0029)	0.0052 (0.0032)
Índice Auto percepción en Matemáticas (*)		0.3518*** (0.0032)	0.2214*** (0.0024)	0.2164*** (0.0031)	0.2273*** (0.0035)
Dummy Repitencia			-0.1783*** (0.0089)	-0.2018*** (0.0129)	-0.1651*** (0.0124)
Puntaje Matemáticas 4to básico			0.4916*** (0.0028)	0.5043*** (0.0039)	0.4770*** (0.0039)
A NIVEL FAMILIA					
Dummy Expectativa familia = Media			-0.0007 (0.0283)	-0.0039 (0.0410)	0.0026 (0.0422)
Dummy Expectativa familia = CFT o IP			0.0290 (0.0279)	0.0124 (0.0399)	0.0447 (0.0421)
Dummy Expectativa familia = Universidad			0.1198*** (0.0276)	0.0963** (0.0395)	0.1461*** (0.0417)
Dummy Expectativa familia = Postgrado			0.2016*** (0.0279)	0.1755*** (0.0400)	0.2291*** (0.0424)
Dummy Nivel educativo Madre = Básica			-0.0245*** (0.0086)	-0.0362*** (0.0122)	-0.0168 (0.0128)
Dummy Nivel educativo Madre = Media			-0.0121 (0.0095)	-0.0100 (0.0137)	-0.0164 (0.0140)
Dummy Nivel educativo Madre = Superior			-0.0209* (0.0120)	-0.0134 (0.0169)	-0.0310* (0.0178)
Índice Nivel Socioeconómico (*)			0.0448*** (0.0043)	0.0492*** (0.0059)	0.0366*** (0.0065)
Constante	0.0809*** (0.0048)	0.0403*** (0.0044)	-0.0536* (0.0284)	-0.0888** (0.0408)	-0.0865** (0.0428)
<i>N</i>	90398	90398	90398	47389	43009
<i>R</i> ²	0.006	0.147	0.509	0.516	0.490

Errores estandar en paréntesis. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$ *** $p < 0,01$

Todos los puntajes están estandarizados. Modelo con constante y efecto fijo por colegio.

(*) Índices construidos bajo Principal-component Factor Analysis (PCF).

Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015 y 4to básico 2011.

Respecto a variables a nivel familia, se desprende de la columna (3) que tener una familia con expectativas de nivel educativo universitario para el estudiante se relaciona con un aumento de 0,12 DE en puntaje matemáticas, mientras que tener padres con expectativas de estudios de postgrado se relaciona con un aumento de 0,20 DE, es decir, poco menos de 1/5 de DE en puntaje matemáticas. Para expectativas de CFT o IP o educación Media, los coeficientes no son estadísticamente significativos.

En específico por género, se observa que tener padres con mayores expectativas educacionales implica un mayor retorno en puntaje para hombres en comparación a mujeres, sin embargo, ambos poseen efectos positivos y estadísticamente significativos.

Por otro lado, para el nivel educacional de la madre se desprende de la columna (3) que la variable que indica educación básica completa es negativa y significativa, sin embargo, la magnitud es relativamente pequeña (0,025 DE). Por género se observa que esta variable sólo es estadísticamente significativa para las estudiantes mujeres, lo que indica que el coeficiente en la columna (3) está determinado principalmente por la relación de la variable con las estudiantes mujeres.

Respecto al índice de nivel socioeconómico, en la columna (3), se observa un coeficiente positivo y estadísticamente significativo. Esta misma tendencia se observa por género, sin embargo, la variable tiene un mayor retorno en puntaje para las mujeres que para los hombres.

A modo de resumen, los resultados más relevantes de esta sección dan cuenta de: 1) que los niños poseen un mayor retorno que las niñas en puntaje matemáticas de un mayor nivel de autoconcepto en matemáticas y 2) que los niños presentan mayor beneficio académico que las niñas cuando sus padres tienen altas expectativas educacionales sobre ellos. Estos resultados son de especial relevancia a la hora de comprender los principales hallazgos de este estudio, los cuales se discutirán más adelante.

5.2. Resultados descomposición Oaxaca-Blinder

El cuadro 4 muestra la descomposición de Oaxaca-Blinder de la brecha de género en matemáticas a nivel general, mientras que la figura 2 muestra los mismos resultados de manera gráfica. Se desprende que la brecha total de 0,154 DE en la media de puntajes se explica tanto por diferencias en características entre hombres y mujeres, como por diferencias en retornos entre ambos géneros.

El cuadro 5 muestra los resultados de la descomposición en detalle para cada va-

Cuadro 4: Descomposición Oaxaca-Blinder de la brecha de género en matemáticas

<i>Variable dependiente: Puntaje SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015</i>	
Diferencia total (Hombres-Mujeres)	0.154***
Explicada por diferencias en características (factores)	0.111***
Explicada por diferencias en efectos (retornos)	0.046***
Interacción	-0.00205
N	90398

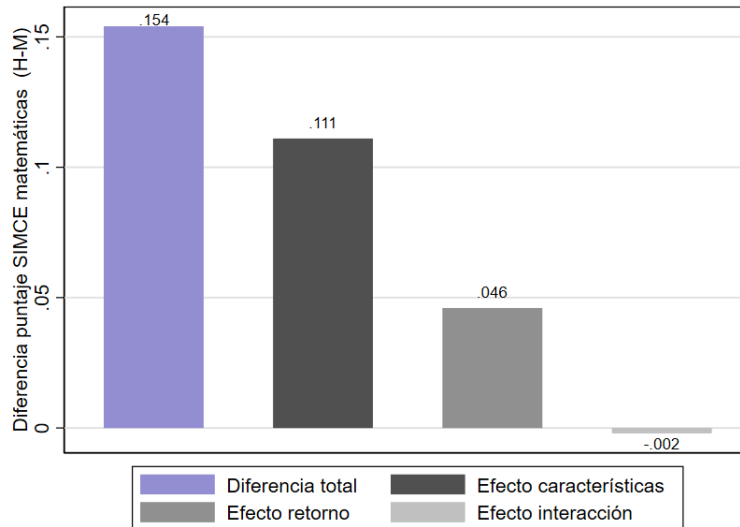
* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015 y 4to básico 2011.

riable incluida en la estimación. De estos resultados se desprende que el efecto características se explica principalmente por dos factores: el índice de autoconcepto en matemáticas y el desempeño temprano en matemáticas (cuarto básico). Por su parte, el efecto retorno se explica principalmente por las expectativas familiares de educación superior y de postgrado.

De la estadística descriptiva (cuadro 2) sabemos que los estudiantes varones poseen mayor autoconcepto en matemáticas promedio y mayor puntaje SIMCE Matemáticas promedio en cuarto básico en comparación a las mujeres. Así, los resultados de este análisis de descomposición indican que si las mujeres tuvieran tanto los niveles en autoconcepto de los estudiantes varones (es decir, mayor), como los niveles en puntaje SIMCE Matemáticas en cuarto básico (es decir, mayor), la brecha de género en matemáticas se cerraría en aproximadamente 0,12 DE (0,0437+0,0788), es decir, la brecha promedio disminuiría en un 78 por ciento (0,12/0,154).

Figura 2: Descomposición Oaxaca-Blinder de la brecha de género en Matemáticas



Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015.

En el análisis de regresión previo encontramos que poseer padres con mayores expectativas educacionales (universidad o postgrado) implica un mayor retorno en puntaje matemáticas para hombres en comparación a mujeres. De esta manera, el resultado del análisis de descomposición indica que si las mujeres tuvieran el mismo nivel de retorno que los hombres de poseer padres con expectativas universitarias y expectativas de postgrado (es decir, mayor), entonces la diferencia de género en matemáticas disminuiría en aproximadamente 0,05 DE (0,0316 + 0,0171). Es decir, la brecha disminuiría en aproximadamente un 34 por ciento (0,05/0,154). Si bien los coeficientes de este efecto no son estadísticamente significativos, estos dan cuenta de una importante responsabilidad de las familias sobre el tema.

En la siguiente sección se presentan los resultados de la descomposición de Juhn, Murphy & Pierce, los cuales nos ayudan a comprender cómo se comporta esta brecha en los distintos deciles de la distribución de puntajes SIMCE Matemáticas.

5.3. Resultados descomposición Juhn, Murphy y Pierce

El cuadro 6 muestra los resultados de la descomposición de Juhn, Murphy y Pierce⁷ para cada decil de la distribución de puntajes SIMCE Matemáticas, además de la media. Así mismo, la figura 3 muestra los resultados de manera gráfica para cada

⁷La descomposición se hace para la diferencia en puntajes promedios entre hombres y mujeres para cada decil de la distribución.

Determinantes de la brecha de género en matemáticas: rol del autoconcepto

Cuadro 5: Descomposición Oaxaca-Blinder de la brecha de género en matemáticas, por variable

<i>Variable dependiente: Puntaje SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015</i>						
VARIABLES	Características		Retornos		Interacción	
	Efecto	EE	Efecto	EE	Efecto	EE
A NIVEL ESTUDIANTE						
Índice Auto percepción General (*)	-0.00135***	(0.000256)	-0.000178	(0.000133)	0.000375	(0.000272)
Índice Auto percepción Matemáticas (*)	0.0437***	(0.00168)	-0.00138**	(0.000553)	0.00289**	(0.00115)
Dummy Repitencia	-0.00490***	(0.000545)	0.00204**	(0.00101)	0.000736**	(0.000370)
Puntaje Matemáticas 4to básico	0.0788***	(0.00761)	0.00183***	(0.000503)	-0.00384***	(0.000870)
Subtotal Estudiante	0.116***	(0.00797)	0.00231*	(0.00120)	0.000168	(0.00137)
A NIVEL FAMILIA						
Dummy Expectativa familia = Media	-0.0000557	(0.000744)	0.00136	(0.00353)	0.000416	(0.00108)
Dummy Expectativa familia = CFT o IP	0.00132	(0.00150)	0.00512	(0.00811)	0.00139	(0.00220)
Dummy Expectativa familia = Universidad	-0.00497***	(0.00141)	0.0316	(0.0323)	-0.00184	(0.00189)
Dummy Expectativa familia = Postgrado	-0.00618***	(0.00165)	0.0171	(0.0155)	-0.00154	(0.00144)
Dummy Nivel educativo Madre = Básica	0.000463	(0.000293)	0.00225	(0.00403)	-0.0000603	(0.000114)
Dummy Nivel educativo Madre = Media	-0.000542**	(0.000274)	-0.00786	(0.00971)	-0.000163	(0.000212)
Dummy Nivel educativo Madre = Superior	-0.0000647	(0.000216)	-0.00874	(0.00711)	-0.0000443	(0.000151)
Índice Nivel Socioeconómico (*)	0.00436**	(0.00216)	0.000176	(0.000271)	-0.000370	(0.000279)
Subtotal Familia	-0.00568*	(0.00306)	0.0410	(0.0621)	-0.00221***	(0.000805)
Total	0.111***	(0.0103)	0.0433	(0.0622)	-0.00205	(0.00168)
Observaciones	90398					

Errores estandar en paréntesis. * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$. Modelo incluye efecto fijo por colegio.

(*) Índices construidos bajo Principal-component Factor Analysis (PCF).

Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015 y 4to básico 2011.

decil de la distribución de puntajes.

El resultado más relevante mediante esta metodología da cuenta que la brecha de género en matemáticas en contra de las mujeres es generalizada, es decir, se presenta en todos los deciles de desempeño, siendo levemente mayor entre los deciles 2 y 4. Este resultado indica que la brecha de género afecta tanto a estudiantes de bajo, mediano y alto desempeño en la prueba SIMCE.

Por otro lado, los resultados de la descomposición por deciles son consistentes con aquellos obtenidos mediante la descomposición de Oaxaca-Blinder. La brecha de género en matemáticas en contra de las mujeres en cada decil se explica tanto por diferencias de género en características como por diferencias en retornos.

Del análisis gráfico, se desprende que la proporción de la brecha explicada por diferencias en retornos cae a medida que se avanza hacia deciles mayores, mientras que sucede lo contrario con el efecto interacción. En otras palabras, para estudiantes de mejor rendimiento en la prueba SIMCE Matemáticas, la brecha de género se explica mayormente por diferencias en características entre ambos sexos -presumiblemente por diferencias en autoconcepto y puntaje matemáticas en cuarto básico-, y menos por diferencias en retornos -presumiblemente cae el efecto de diferencias en retornos de mayor expectativa educacionales de padres y mayor porcentaje de mujeres en el aula. En otras palabras, las expectativas parentales sobre el nivel educativo máximo a alcanzar por su hijo o hija se vuelven más relevantes para explicar el resultado en matemáticas de aquellos estudiantes de menor rendimiento en la prueba.

6. Discusión de resultados

El principal resultado encontrado da cuenta de la existencia de brecha de género en matemáticas en contra de las mujeres, brecha que es alta, estadísticamente significativa y creciente en el tiempo. Además, del análisis por deciles, sabemos que esta brecha es generalizada en toda la distribución de desempeño, es decir, afecta tanto a estudiantes de bajo desempeño como a las de alto desempeño.

Por otro lado, los resultados obtenidos bajo ambas metodologías de descomposición de la brecha de género en matemáticas, indican que un poco más de la mitad de esta se explica por dos factores: Primero, el menor autoconcepto de las niñas sobre su competencia en matemáticas, lo que afecta considerablemente su desempeño en la asignatura. Segundo, el menor desempeño temprano (en cuarto básico) de las niñas versus los niños, resultado que es persistente y se agudiza a lo largo del ciclo escolar.

Estos resultados son consistentes con lo encontrado en la literatura. La brecha de

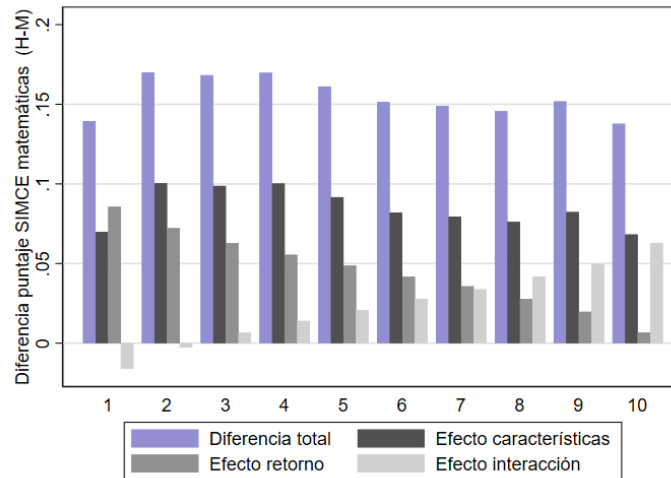
Cuadro 6: Descomposición de Juhn, Murphy y Pierce de la brecha de género en Matemáticas

Variable dependiente: Puntaje SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015

	Diferencia Total	Efecto características	Efecto retornos	Efecto interacción
Media	0.154	0.085	0.046	0.024
Decil 1	0.139	0.070	0.086	-0.016
Decil 2	0.170	0.100	0.072	-0.027
Decil 3	0.168	0.099	0.063	-0.007
Decil 4	0.170	0.100	0.056	-0.014
Decil 5	0.161	0.092	0.049	-0.021
Decil 6	0.151	0.082	0.042	0.028
Decil 7	0.149	0.079	0.036	0.034
Decil 8	0.146	0.076	0.028	0.042
Decil 9	0.152	0.082	0.020	0.050
Decil 10	0.138	0.068	0.007	0.063

Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015 y 4to básico 2011. Modelo incluye efecto fijo por colegio.

Figura 3: Descomposición Juhn, Murphy y Pierce de la brecha de género en Matemáticas



Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015.

género en autoconcepto en matemáticas en contra de las mujeres parece explicar parte importante de la brecha de género en matemáticas (OECD, 2015). Por su parte, este resultado logra resolver la conclusión de Bharadwaj et al. (2015), que indicaba que no había claridad de las causas de la brecha, y al mismo tiempo, recomendaba estudiar la relación del autoconcepto en matemáticas con la brecha en la asignatura. La hipótesis propuesta por los autores es consistente con lo encontrado aquí: las diferencias en autoconcepto entre ambos géneros se relaciona de manera importante con el menor puntaje en matemáticas de las niñas versus los niños.

Por otro lado, el efecto relevante de diferencias de género en desempeño temprano en SIMCE Matemáticas, sobre los resultados en octavo básico, también encuentran sustento en la literatura. Bharadwaj et al. (2015) encuentran que el puntaje SIMCE Matemáticas en cuarto básico afecta positivamente el puntaje en octavo grado, específicamente, encuentran que este efecto es aún mayor en hombres. Por otro lado, otros outcomes académicos en matemáticas en periodos anteriores, como notas en la asignatura y promedio SIMCE escuela, afectan enormemente los resultados en matemáticas en el presente (Mizala et al., 2016).

Finalmente, un tercer factor relevante en la explicación de la brecha de género en matemáticas es que mayores expectativas educacionales de los padres sobre sus hijos conllevan un mejor desempeño en la disciplina para los niños que para las niñas, pero no por el nivel educativo, sino que probablemente por la disciplina o especialización en que esperan que sus hijos e hijas se desarrollen. Este resultado es consistente con la evidencia previa. Por ejemplo, los resultados de la prueba PISA 2012 (OECD, 2015) sugieren que los padres tienen diferentes expectativas para sus hijos e hijas. En todos los países se encontró que era más probable que los padres esperen que sus hijos trabajen en el futuro en ciencia, tecnología, ingeniería o matemáticas (áreas STEM), en comparación a las niñas.

En el caso de Chile, el 50 % de los padres de los niños tiene expectativas de que sus hijos trabajen en ocupaciones STEM, mientras que sólo un 16 % de los padres de niñas esperan que ellas trabajen en ocupaciones STEM (OECD, 2015). Por lo tanto, el resultado encontrado aquí probablemente se asocia con una expectativa estereotipada de género sobre el área a desarrollar estudios superiores: mientras padres con expectativas universitarias o de postgrado esperan que sus hijos lleven a cabo estudios en áreas STEM, padres con las mismas expectativas de nivel educativo esperan que sus hijas lleven a cabo estudios fuera de áreas STEM, como humanidades, ciencias sociales, entre otras.

Otra hipótesis subyacente a este resultado puede tener que ver con la ausencia de role-models para las mujeres en matemáticas (OECD, 2015). En otras palabras, a pesar de que sus padres esperan que ellas alcancen altos niveles educativos, la ausencia

de mujeres cercanas que se dediquen a áreas STEM afecta la motivación de las estudiantes mujeres por estas áreas, quizás potenciando su motivación por otras áreas feminizadas, lo que finalmente afecta su rendimiento en ciencias y matemáticas. En resumen, las expectativas de los padres se relacionan también con las expectativas que la sociedad tiene sobre las mujeres, lo que termina por afectar su relación con estas materias.

7. Conclusiones

Existe evidencia que señala que las brechas de género en matemáticas están limitando la contribución de mujeres en áreas STEM (Doris et al, 2013; Bobbitt-Zeher, 2007), lo que conlleva enormes costos económicos. Una mayor participación laboral de mujeres implica un incremento en la productividad, no sólo por el simple hecho de una mayor cantidad de mano de obra disponible, sino que también por efecto diversidad de género en el mercado laboral (Ostry et al., 2018). Por otro lado, inequidades de género, tanto en el ámbito educacional como en el laboral, afectan negativamente el crecimiento económico de los países (Devadas & Kim, 2020). Por lo tanto, el estudio de la brecha de género en matemáticas a nivel escolar posee relevancia para la disciplina económica.

Utilizando datos de puntajes SIMCE Matemáticas 2015 para estudiantes de octavo básico en Chile, y mediante el uso de metodologías de descomposición de diferencias, se pudo indagar sobre los principales factores asociados a la brecha de género en la asignatura.

El análisis llevado a cabo en este trabajo da cuenta de dónde provienen las importantes brechas en el desempeño de matemáticas en contra de las niñas chilenas. Si bien estos resultados no son causales, debido a la dificultad para determinar hipótesis de causalidad entre autoconcepto en matemáticas y el desempeño en la asignatura, estos dan cuenta de los principales elementos para definir políticas públicas y estrategias para reducir esta inequidad e ineficiencia.

El resultado principal de este trabajo da cuenta que la brecha en matemáticas en contra de las estudiantes mujeres es alta, estadísticamente significativa y creciente en el tiempo, alcanzando 0,15 desviaciones estándares en octavo básico. Adicionalmente, esta brecha es estructural, pues se presenta en toda la distribución de desempeño en matemáticas, siendo bastante similar entre estudiantes de bajo, mediano y alto desempeño. Estos resultados implican desafíos tanto para las familias como para los distintos tipos de establecimientos.

Otro de los hallazgos más relevantes de este estudio indica que la brecha de género en autoconcepto en matemáticas en contra de las mujeres, junto a la brecha de género en puntaje matemáticas ya existente en cuarto básico, explican casi el 78 % de la brecha total promedio en puntaje SIMCE Matemáticas en octavo básico. Esto implica que, si queremos reducir la brecha de género en matemáticas, es indispensable focalizar de manera temprana políticas que busquen reducir esta brecha en el sistema escolar, previo a cuarto básico, pues esta diferencia es persistente y se acentúa en el tiempo. Además, es fundamental la formulación de políticas que busquen fortalecer el autoconcepto de las mujeres. El trabajo al interior de las familias, como también entre los docentes, tiene un enorme rol que cumplir para reducir la brecha en autoconcepto.

Las familias tienen un importante rol en la generación de las brechas observadas. Por una parte, aunque presentan similares expectativas de los niveles máximos de escolaridad que pueden alcanzar niños y niñas en su vida adulta, las niñas presentan un menor desempeño en matemática cuando se espera que completen estudios universitarios o de postgrado en comparación a sus pares hombres, reflejando que las expectativas parentales tienen un sesgo de género. La hipótesis es que los padres presentan menores expectativas hacia carreras STEM para las mujeres versus los hombres. De esta forma, las familias podrían estar actuando en el menor desempeño de sus hijas tanto por afectar negativamente el autoconcepto hacia la disciplina como por la vinculación con el tipo de carreras que debería cursar en su vida universitaria.

Las comunidades educativas constituyen un campo privilegiado de intervención de políticas públicas que busquen erradicar la brecha de género. Algunas propuestas de política pública formuladas por la OECD (2015) incluyen la capacitación de profesores y profesoras para que sean conscientes de sus propios prejuicios de género, y así asegurar que los y las estudiantes utilicen todo su potencial en el aula de clases.

Otra propuesta de la misma organización hace hincapié en el desarrollo de la confianza de las niñas mediante actitudes positivas por parte de profesores y profesoras y por parte de la familia de la estudiante. Por ejemplo, se recomienda que se refuerce positivamente a la estudiante en todas las áreas en que lo hace bien, por otro lado, que constantemente se les ofrezca la oportunidad de “pensar como científica” en situaciones de bajo riesgo, es decir, donde los errores no tienen consecuencias en sus calificaciones.

Por otro lado, la OECD recomienda el uso de ciertos métodos de enseñanza en matemáticas que pueden ayudar a reducir la brecha de género en el desempeño. Por ejemplo, PISA revela que las niñas se benefician más cuando los profesores les hacen preguntas a los estudiantes que les hacen reflexionar sobre un problema determinado; problemas que requieran que las estudiantes piensen durante un tiempo prolongado; pedir a las estudiantes que decidan, por sí mismas, qué procedimientos utilizar para

resolver problemas complejos; entre otras prácticas (OECD, 2015).

Para futuras investigaciones resulta relevante profundizar en resolver los problemas de endogeneidad entre las variables de autoconcepto y puntaje en matemáticas, entre ellos identificar la dirección de la relación causal entre ambas variables y los mecanismos de transmisión.

Por otro lado, se vuelve imprescindible que futuras investigaciones evalúen tanto el impacto de políticas que busquen fortalecer el autoconcepto de las estudiantes mujeres, como también otras políticas que busquen reducir la brecha de género en matemáticas en los primeros niveles educacionales de enseñanza básica. También sería interesante estudiar cómo afecta la brecha en autoconcepto en matemáticas sobre la brecha de género en la prueba de selección universitaria (PSU) y más aún, en las elecciones de carrera que hacen las estudiantes, controlando por puntajes PSU. Esto con la hipótesis de que el menor autoconcepto de las mujeres en matemáticas podría afectar negativamente sus preferencias por carreras STEM, más de lo que podría afectar a la brecha en puntajes PSU de matemáticas.

8. Referencias

- Acuña Osorio, C. M. (2018). El autoconcepto académico como vía para reducir las brechas de rendimiento en matemáticas. Tesis para optar al grado de magíster en Economía. Universidad de Chile.
- Agencia de Calidad de la Educación (2015). Presentación de la Conferencia de Prensa Resultados educativos Simce 2015.
- Ahmed, W., Minnaert, A., Kuyper, H., & van der Werf, G. (2012). Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 385-389.
- Albanesi, S., & Olivetti, C. (2006). Home production, market production and the gender wage gap: Incentives and expectations. *Review of Economic dynamics*, 12(1), 80-107.
- Andersen, S., Ertac, S., Gneezy, U., List, J. A., & Maximiano, S. (2013). Gender, competitiveness, and socialization at a young age: Evidence from a matrilineal and a patriarchal society. *Review of Economics and Statistics*, 95(4), 1438-1443.
- Andreescu, T., Gallian, J. A., Kane, J. M., & Mertz, J. E. (2007). Cross-Cultural Analysis of Students with Exceptional Talent in Mathematical Problem Solving. *American Mathematical Monthly*, 55(10), 1248-1260.
- Arancibia, V., & Álvarez, M. I. (1994). Características de los profesores efectivos en Chile y su impacto en el rendimiento escolar y autoconcepto académico. *Psyche*, 3(2).
- Arias, O., Mizala, A. S., & Meneses, F. (2016). Brecha de género en matemáticas: el sesgo de las pruebas competitivas (evidencia para Chile). Technical Report.
- Bellei, C., J. Valenzuela, A. Osses, y A. Sevilla. (2009). Principales factores que explican las diferencias de resultados entre Chile y otros países de la OCDE y de América Latina en la prueba PISA-2006 Lectura. Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile: nuevos análisis y perspectivas sobre los resultados en PISA 2006, 149-170. Ministerio de Educación, Unidad de Currículum y Evaluación, Santiago de Chile, Chile.
- Berger, M. C., & Toma, E. F. (1994). Variation in state education policies and effects on student performance. *Journal of Policy Analysis and Management*, 13(3), 477-491.
- Bertrand, M. (2011). New Perspectives on Gender. In *Handbook of Labor Economics*, volume 4b (pp. 1543-1590). Elsevier.
- Bharadwaj, P., De Giorgi, G., Hansen, D. R., & Neilson, C. (2015). The gender gap in mathematics: evidence from a middle-income country. FRB of New York Staff

Report, (721).

- Bjerk, D., & Han, S. (2007). Assortative marriage and the effects of government homecare subsidy programs on gender wage and participation inequality. *Journal of Public Economics*, 91(5-6), 1135-1150.
- Blinder, A. S. (1973). Wage discrimination: reduced form and structural estimates. *Journal of Human resources*, 436-455.
- Bobbitt-Zeher, D. (2007). The Gender Income Gap and the Role of Education. *Sociology of Education*, 80(1), 1-22.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guilford publications.
- Brunner, M., Ludtke, O., & Trautwein, U. (2008). The internal/external frame of reference model revisited: Incorporating general cognitive ability and general academic self-concept. *Multivariate Behavioral Research*, 43(1):137–172.
- Cairns, R. B., & Cairns, B. D. (1994). *Lifelines and risks: Pathways of youth in our time*. Cambridge University Press.
- Ceci, S. J., Williams, W. M., & Barnett, S. M. (2009). Women's underrepresentation in science: Sociocultural and biological considerations. *Psychological Bulletin*, 135(2), 218-261.
- Chen, S.-K., Hwang, F.-M., Yeh, Y.-C., & Lin, S. S. (2012). Cognitive ability, academic achievement and academic self-concept: Extending the internal/external frame of reference model. *British journal of educational psychology*, 82(2):308–326.
- Claro, S., Paunesku, D., & Dweck, C. S. (2016). Growth mindset tempers the effects of poverty on academic achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(31), 8664-8668.
- Comunidad Mujer (2017). *Mujer y trabajo: Brecha de género en STEM, la ausencia de mujeres en Ingeniería y Matemáticas*. Comunidad Mujer. Santiago: Comunidad Mujer.
- Croson, R. & Gneezy, U. (2009). Gender Differences in Preferences. *Journal of Economic Literature*, 47(2), 448-474.
- Cvencek, D., Meltzo-, A. N., & Greenwald, A. G. (2011). Math-Gender Stereotypes in Elementary School Children. *Child Development*, 82(3), 766-779.
- Deller, S. C., & Rudnicki, E. (1993). Production efficiency in elementary education: The case of Maine public schools. *Economics of Education Review*, 12(1), 45-57.
- Devadas, S., & Kim, Y. E. (2020). *Exploring the Potential of Gender Parity to Promote Economic Growth*. Research & Policy Briefs, World Bank Group.

- Dolton, P. J., & Makepeace, G. H. (1987). Marital status, child rearing and earnings differentials in the graduate labour market. *The Economic Journal*, 97(388), 897-922.
- Doris, A., O'Neill, D., & Sweetman, O. (2013). Gender, single-sex schooling and maths achievement. *Economics of Education Review*, 35, 104-119.
- Eccles, J. (2011). Gendered educational and occupational choices: Applying the Eccles et al. model of achievement-related choices. *International Journal of Behavioral Development*, 35, 195-201.
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A metaanalysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103-127.
- Filippin, A. & Paccagnella, M. (2012). Family background, self-confidence and economic outcomes. *Economics of Education Review*, 31(5), 824-834.
- Francois, P. (1998). Gender discrimination without gender difference: theory and policy responses. *Journal of Public Economics*, 68(1), 1-32.
- Frome, P. M., & Eccles, J. S. (1998). Parents' influence on children's achievement-related perceptions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 435-452.
- Fryer, R. G. & Levitt, S. D. (2009). An Empirical Analysis of the Gender Gap in Mathematics. National Bureau of Economic Research Working Paper Series, No. 15430.
- Gallardo, C. E. (2019). Autoeficacia en Chile: Diferencias entre establecimientos técnico profesional y científico-humanista. Tesis para optar al grado de magíster en Políticas Públicas. Universidad de Chile.
- Ghazvini, S. D. (2011). Relationships between academic self-concept and academic performance in high school students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15:1034-1039.
- Gong, J., Lu, Y., & Song, H. (2019). Gender peer effects on students' academic and noncognitive outcomes: Evidence and mechanisms. *Journal of Human Resources*, 0918-9736R2.
- González de San Román, A., & De La Rica, S. (2012). Gender gaps in PISA test scores: The impact of social norms and the mother's transmission of role attitudes.
- Green, J., Nelson, G., Martin, A. J., & Marsh, H. (2006). The causal ordering of self-concept and academic motivation and its effect on academic achievement. *International Education Journal*, 7(4):534-546.
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2012). The Role of Parents and Teachers in the Development of Gender-Related Math Attitudes. *Sex*

Roles, 66(3-4), 153-166.

- Hanushek, E. A., & Taylor, L. L. (1990). Alternative assessments of the performance of schools: measurement of state variations in achievement. *Journal of Human resources*, 179-201.
- Hoxby, C. (2000). Peer effects in the classroom: Learning from gender and race variation (No. w7867). National Bureau of Economic Research.
- Huguet, P., Dumas, F., Marsh, H., Régner, I., Wheeler, L., Suls, J. & Nezlek, J. (2009). Clarifying the role of social comparison in the big-fish–little-pond effect (BFLPE): An integrative study. *Journal of Personality and Social Psychology*, 97(1), 156.
- Hyde, J. S. & Mertz, J. E. (2009). Gender, culture, and mathematics performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(22), 8801-8807.
- Jacobs, J., Davis-Kean, P., Bleeker, M., Eccles, J., & Malanchuk, O. (2005). “I can, but I don’t want to”: The impact of parents, interests, and activities on gender differences in math. In A. Gallagher & J. Kaufman (Eds.), *Gender differences in mathematics: An integrative psychological approach* (pp. 73-98). New York, NY: Cambridge University Press.
- Jann, B. (2008). The Blinder–Oaxaca decomposition for linear regression models. *The Stata Journal*, 8(4), 453-479.
- Joensen, J. S. & Nielsen, H. S. (2013). Math and Gender: Is Math a Route to a High-Powered Career? IZA Discussion Paper No. 7164.
- Juhn, C., Murphy, K. M., & Pierce, B. (1993). Wage inequality and the rise in returns to skill. *Journal of political Economy*, 101(3), 410-442.
- Kane, J. M. & Mertz, J. E. (2012). Debunking Myths about Gender and Mathematics Performance. *Notices of the American Mathematical Society*, 59(01), 10.
- Lavy, V., & Schlosser, A. (2011). Mechanisms and impacts of gender peer effects at school. *American Economic Journal: Applied Economics*, 3(2), 1-33.
- Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L., & Linn, M. C. (2010). New trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(6), 1123-1135.
- Maloney, E. A. & Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(8), 404-406.
- Marks, G. N. (2008). Accounting for the gender gaps in student performance in reading and mathematics: evidence from 31 countries. *Oxford Review of Education*, 34(1), 89-109.

- Marsh, H. W. (1990). Causal ordering of academic self-concept and academic achievement: a multiwave, longitudinal panel analysis. *Journal of educational psychology*, 82(4), 646.
- Marsh, H. W. (1993). The multidimensional structure of academic self-concept: Invariance over gender and age. *American Educational Research Journal*, 30(4), 841-860.
- Marsh, H. W. (2004). Negative effects of school-average achievement on academic self-concept: A comparison of the big-fish-little-pond effect across Australian states and territories. *Australian Journal of Education*, 48(1), 5-26.
- Marsh, H. W. & Martin, A. J. (2011). Academic self-concept and academic achievement: Relations and causal ordering. *British Journal of Educational Psychology*, 81(1), 59-77.
- Marsh, H. W. & Yeung, A. S. (1997). Causal effects of academic self-concept on academic achievement: structural equation of longitudinal data. *Journal of Educational Psychology*, 89(1), 41-54.
- McFarland, L., Murray, E., & Phillipson, S. (2016). Student-teacher relationships and student self-concept: Relations with teacher and student gender. *Australian Journal of Education*, 60(1), 5-25.
- Niederle, M. & Vesterlund, L. (2010). Explaining the Gender Gap in Math Test Scores: The Role of Competition. *Journal of Economic Perspectives*, 24(2), 129-144.
- Niederle, M. & Vesterlund, L. (2011). Gender and Competition. *Annual Review of Economics*, 3(1), 601-630.
- Niepel, C., Brunner, M., & Preckel, F. (2014). Achievement goals, academic self-concept, and school grades in mathematics: Longitudinal reciprocal relations in above average ability secondary school students. *Contemporary Educational Psychology*, 39(4), 301-313.
- Nosek, B. a., Smyth, F. L., Sriram, N., Lindner, N. M., Devos, T., Ayala, A., Bar-Anan, Y., Bergh, R., Cai, H., Gonsalkorale, K., Kesebir, S., Maliszewski, N., Neto, F., Olli, E., Park, J., Schnabel, K., Shiomura, K., Tulbure, B. T., Wiers, R. W., Somogyi, M., Akrami, N., Ekehammar, B., Vianello, M., Banaji, M. R., & Greenwald, A. G. (2009). National differences in gender-science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), 10593-10597.
- Oaxaca, R. L. (1973). Male-female wage differentials in urban labor markets. *International Economic Review*, 693-709.
- Oaxaca, R. L., & Ransom, M. R. (1999). Identification in detailed wage decompositions. *Review of Economics and Statistics*, 81(1), 154-157.

- OECD (2014). PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do. Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, Revised edition, February 2014). OECD Publishing.
- OECD (2015). The ABC of Gender Equality in Education. PISA. OECD Publishing.
- Oreiro, C., & Valenzuela, J. P. (2011). Factores determinantes del desempeño educativo de Uruguay.
- Ostry, M. J. D., Alvarez, J., Espinoza, M. R. A., & Papageorgiou, M. C. (2018). Economic gains from gender inclusion: New mechanisms, new evidence. International Monetary Fund.
- Oswald, D. L. & Harvey, R. D. (2000). Hostile environments, stereotype threat, and math performance among undergraduate women. *Current Psychology*, 19(4), 338-356.
- Palacios, E. G., & Zabala, A. F. (2007). Los dominios social y personal del autoconcepto. *Revista de psicodidáctica*, 12(2), 179-194.
- Paredes, V. (2014). A teacher like me or a student like me? Role model versus teacher bias effect. *Economics of Education Review*, 39, 38-49.
- Parsons, J., Adler, T., & Kaczala, C. (1982). Socialization of Achievement Attitudes and Beliefs: Parental Influences. *Child Development*, 53(2), 310-321.
- Rätty, H., & Kasanen, K. (2013). Parents' perceptions of their child's academic competencies construe their educational reality: Findings from a 9-year longitudinal study. *Journal of Applied Social Psychology*, 43, 1110-1119.
- Reilly, D. (2012). Gender, Culture, and Sex-Typed Cognitive Abilities. *PLoS ONE*, 7(7), 1-16.
- Rivardo, M. G., Rhodes, M. E., Camaione, T. C., & Legg, J. M. (2011). Stereotype Threat Leads to Reduction in Number of Math Problems Women Attempt. *North American Journal of Psychology*, 13(1), 5-16.
- Rytönen, K., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2007). Do parents' causal attributions predict the accuracy and bias in their children's self-concept of maths ability? A longitudinal study. *Educational Psychology*, 27(6), 771-788.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of educational research*, 46(3):407-441.
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2002). Internal and external frames of reference for academic self-concept. *Educational Psychologist*, 37(4), 233-244.
- Spelke, E. S. (2005). Sex Differences in Intrinsic Aptitude for Mathematics and

Science?: A Critical Review. *American Psychologist*, 60(9), 950-958.

- Sullivan, A. (2009). Academic self-concept, gender and single-sex schooling. *British educational research journal*, 35(2), 259-288.
- Summers, A. A., & Wolfe, B. L. (1977). Do schools make a difference?. *The American Economic Review*, 67(4), 639-652.
- Tajfel, H., & Turner, J. C. (1986). Tajfel H The social identity theory of intergroup behavior. *Psychology of intergroup relations*/ed. by S. Worchel, WG Austin, 7.
- Tiedemann, J. (2000). Parents' gender stereotypes and teachers' beliefs as predictors of children's concept of their mathematical ability in elementary school. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 144.
- Tomasetto, C., Mirisola, A., Galdi, S., & Cadinu, M. (2015). Parents' math-gender stereotypes, children's self-perception of ability, and children's appraisal of parents' evaluations in 6-year-olds. *Contemporary Educational Psychology*, 42, 186-198.
- Upadaya, K., & Eccles, J. (2015). Do teachers' perceptions of children's math and reading related ability and effort predict children's self-concept of ability in math and reading?. *Educational Psychology*, 35(1), 110-127.
- Valenzuela, J. P., Bellei, C., Sevilla, A., & Osses, A. (2009). ¿Qué explica las diferencias de resultados PISA Matemática entre Chile y algunos países de la OCDE y América Latina. Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile, 105-148.
- Walton, G. M. & Spencer, S. J. (2009). Latent Ability: Grades and Test Scores Systematically Underestimate the Intellectual Ability of Negatively Stereotyped Students. *Psychological Science*, 20(9), 1132-1139.
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68-81.
- Yee, D. K., & Eccles, J. S. (1988). Parent perceptions and attributions for children's math achievement. *Sex Roles*, 19, 317-333.

9. Anexos

Cuadro 7: Definición de variables

VARIABLES	Definición
Variable de resultado	
Puntaje Matemáticas 8vo básico	Variable estandarizada de puntajes SIMCE matemáticas.
VARIABLES a nivel estudiante	
Índice Autoconcepto General	Índice que indica nivel de autoconcepto en general. Construido mediante PCF con preguntas CE.
Índice Autoconcepto Matemáticas	Índice que indica nivel de autoconcepto en matemáticas. Construido mediante PCF con preguntas CE.
Dummy Repitencia	Indica si el estudiante ha repetido antes de 4to básico: =1 si al menos una vez repitió, =0 si no.
Puntaje Matemáticas 4to básico	Variable estandarizada de puntajes SIMCE matemáticas pasado.
VARIABLES a nivel familia	
Dummy Expectativa familia = Media	Indica expectativa de la familia sobre nivel educativo máximo a alcanzar por su hijo(a): =1 si Ed. Media, 0 si no.
Dummy Expectativa familia = CFT o IP	=1 si Centro de Fomarción Técnica (CFT) o Instituto Profesional (IP), =0 si no.
Dummy Expectativa familia = Universidad	=1 si Universidad, =0 si no.
Dummy Expectativa familia = Postgrado	=1 si Postgrado, =0 si no.
Dummy Nivel educativo Madre = Básica	Indica último nivel educativo completado por la madre del estudiante: =1 si Ed. Básica, =0 si no.
Dummy Nivel educativo Madre = Media	=1 si Ed. Media, =0 si no.
Dummy Nivel educativo Madre = Superior	=1 si Ed. Superior (Univesidad, CFT/IP o Postgrado), =0 si no.
Índice Nivel Socioeconómico (NSE)	Índice que indica NSE del hogar. Considera educación de padres e ingresos del hogar. Construido mediante PCF.

PCF: Principal-Component Factor Analysis; CE: Cuestionario Estudiantes.

Cuadro 8: Variables usadas en la construcción de índices de autoconcepto

Autoconcepto en general:

¿Cuán de acuerdo estás con cada una de las siguientes afirmaciones que te describen como estudiante?

- 1) Sé que puedo hacer las tareas y trabajos, aunque sean difíciles.
- 2) Aunque sea difícil una asignatura, con estudio creo que puedo entenderla.
- 3) Sé que puedo sacarme buenas notas si me esfuerzo.

Autoconcepto en matemáticas:

En cada oración, marca la respuesta que mejor describe lo que piensas de Matemática

- 1) En las pruebas de Matemática me va mejor que a la mayoría de mis compañeros.
- 2) Aprendo Matemática con facilidad y rapidez
- 3) Me entretiene hacer ejercicios de Matemática.

Las respuestas son en escala Likert de 4 categorías: (1) Muy en desacuerdo (2) En desacuerdo (3) De acuerdo y (4) Muy de acuerdo.

Cuadro 9: Parámetros de ajuste de modelo de Análisis Factorial Confirmatorio

Estadísticas de ajuste	Autoconcepto General	Autoconcepto Matemáticas
Likelihood ratio		
χ^2 model vs. saturated	0.00	4297.36
$p > \chi^2$.	0.00
χ^2 baseline vs. saturated	28865.67	152560.36
$p > \chi^2$	0.00	0.00
Population error		
RMSEA	0.00	0.15
90 % CI, lower bound	0.00	0.15
upper bound	0.00	0.16
Pbb RMSEA ≤ 0.05	1.00	0.00
Baseline comparison		
CFI	1.00	0.97
TLI	1.00	0.92
Size of residuals		
SRMR	0.00	0.03
CD	0.61	0.87

Nota: parámetros aceptables para RMSEA cercano o inferior a 0.06; CFI y TLI valores cercanos a 0.95 o superior; SRMR cercano o inferior a 0.08.

Fuente: Elaboración propia con datos SIMCE Matemáticas 8vo básico 2015 y 4to básico 2011.