



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BRECHA DE GÉNERO EN MATEMÁTICAS: EL SESGO DE LAS PRUEBAS  
COMPETITIVAS (EVIDENCIA PARA CHILE)

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN ECONOMÍA APLICADA

ÓSCAR ANDRÉS ARIAS ROJAS

PROFESOR GUÍA:  
ALEJANDRA MIZALA SALCES

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
FRANCISCO MENESES PONZINI  
BENJAMÍN VILLENA ROLDÁN

Este trabajo contó con el apoyo financiero de Proyecto FONDECYT No. 1140834  
“BRECHA DE GÉNERO, DESEMPEÑO EN MATEMÁTICAS, Y ELECCIÓN DE  
CARRERAS”

SANTIAGO DE CHILE  
2016



# BRECHA DE GÉNERO EN MATEMÁTICAS: EL SESGO DE LAS PRUEBAS COMPETITIVAS (EVIDENCIA PARA CHILE)

## RESUMEN

En muchos sistemas educativos del mundo se aprecian brechas de género en tests de matemáticas (Marks, 2008; OECD, 2014, 2015; Reilly, 2012), las que aparecen en el nivel de educación primaria, tienden a agudizarse con el tiempo y perjudican a las mujeres. Chile es uno de los países del mundo con las mayores brechas en matemáticas en PISA 2012. Los resultados nacionales de la última década muestran que mientras que en SIMCE 4º Básico mujeres y varones alcanzan resultados similares en matemáticas, ya en 8º Básico se observa una brecha, la que se agudiza en 2º Medio. También existen brechas en matemáticas en la Prueba de Selección Universitaria (PSU). Los bajos resultados en matemáticas de las mujeres afectan no sólo su acceso al derecho a la educación, sino que también impactan en la menor participación de las mujeres en la matrícula de las carreras del área de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), afectando su posición económica (Joensen & Nielsen, 2013): estas carreras representan en la mayoría de los casos mejores oportunidades laborales.

Este trabajo analiza si las brechas de género en test de matemáticas representan diferencias reales en las habilidades en matemáticas, o si más bien reflejan diferencias en otras características de los estudiantes o institucionales. Existe evidencia del efecto de las pruebas competitivas en las brechas de género en resultados (Niederle & Vesterlund, 2010), lo que podría indicar que las diferencias de género en tests de matemáticas no reflejan necesariamente una diferencia real en las habilidades matemáticas de hombres y mujeres. Se analiza una cohorte de estudiantes chilenos a través de distintas mediciones de habilidad cognitiva y desempeño (tests SIMCE, PSU y retención en carreras del área STEM). Además de las estimaciones para la población general utilizamos una muestra de mellizos dicigóticos mixtos para controlar por factores no observables del hogar. Se estimó el efecto del género en tests de matemáticas usando regresiones por cuantiles y un modelo Probit en el caso de la retención en educación superior.

Los resultados muestran que mientras que en la población general se observan brechas de género significativas en los tests de matemáticas competitivos (PSU) y no competitivos (SIMCE), en la muestra de mellizos no se observan brechas de género en el test no competitivo, pero sí en el test de ingreso a la educación superior PSU (altamente competitivo). Al analizar los resultados de retención en educación superior se observa que en la población general –donde se encuentran las mayores brechas en SIMCE y PSU– las mujeres tienen una retención en primer año de carreras universitarias significativamente superior a los hombres, tanto en las carreras STEM como no STEM, y que esta ventaja se mantiene en los niveles más altos de la distribución de resultados.

Esta evidencia sugiere que las brechas de género que se observan en los promedios en tests de matemáticas de los estudiantes chilenos podrían estar subestimando las habilidades cognitivas reales en matemáticas de las mujeres y sobreestimando las de los hombres. Los resultados de la muestra de mellizos indican que la característica competitiva de la Prueba de Selección Universitaria (PSU) probablemente impide capturar la habilidad real en matemáticas de las mujeres que la rinden. Aun así, las mujeres que logran superar el sesgo de esta prueba, y sobreponerse a los estereotipos de género que penalizan su interés por las matemáticas, logran niveles de éxito (retención) superiores a los hombres. Incluso en los niveles más altos de la distribución de resultados en matemáticas.



*En memoria de mi abuelita HILDA INÉS PIZARRO MAULÉN  
(29 OCTUBRE 1930 - 16 DICIEMBRE 2015)*



# Agradecimientos

Quisiera agradecer en primer lugar a mis padres: gracias a su esfuerzo me permitieron recibir una educación de calidad, y gracias a su ejemplo me han enseñado el valor del trabajo y la honestidad.

Agradezco a Alejandra Mizala por su constante apoyo y orientación durante la realización de este trabajo, y por transmitir siempre un sentido de urgencia y responsabilidad hacia los problemas que analizamos. A Francisco Meneses por sus valiosos comentarios y su generosidad al ayudarme a entender la problemática abordada y su contexto. También a Paola Bordón y Benjamín Villena por sus comentarios y sugerencias. Y a Olga Barrera por su consejo en distintos aspectos relativos a mis estudios.

Agradezco al Centro de Estudios del Ministerio de Educación, el Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educacional (DEMRE) de la Universidad de Chile y la Agencia de Calidad de la Educación, por el apoyo para acceder a los diversos datos utilizados en este trabajo. También el apoyo financiero del proyecto FONDECYT No. 1140834 “BRECHA DE GÉNERO, DESEMPEÑO EN MATEMÁTICAS, Y ELECCIÓN DE CARRERAS”.

Finalmente, agradezco a mi familia por su comprensión y estímulo. También a mis amigos Edgardo, Felipe Carrera, Felipe Díaz, Javier, Matías, Nicolás, Pablo Carvajal, Pablo Cuellar, Stefano. Y especialmente a Daniela, por ser siempre mi compañera (junto a su *archivo adjunto*, Sofía).





# Tabla de Contenido

Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xiii
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Brecha de género en Matemáticas: revisión de antecedentes</b>	<b>14</b>
1.1. Habilidad en matemáticas y diferencias de género: ¿diferencias naturales o diferencias sociales?	14
1.2. Cómo la discriminación de género en la sociedad se traduce en brechas de género en matemáticas	16
1.3. Diferencias de género y tests de matemáticas	18
1.4. Género y pruebas competitivas	19
1.5. Pruebas competitivas, habilidad en matemáticas y brecha de género en STEM	21
<b>2. Fuentes de información y estadísticas descriptivas</b>	<b>25</b>
2.1. Resultados en pruebas estandarizadas de matemáticas	25
2.2. Retención en educación superior	26
2.3. Características de los estudiantes, hogares y notas de matemáticas	27
2.4. Mellizos mixtos	27
2.5. Cohorte de estudio	28
2.6. Descripción de la muestra	28
2.7. Covariables	29
2.7.1. Estudiantes	29
2.7.2. Padres y hogares	31
<b>3. Brecha de género en tests de matemáticas en Chile: SIMCE y PSU</b>	<b>54</b>
3.1. Diferencias de medias en resultados SIMCE 2010 y PSU 2013	54
3.2. Diferencias en la distribución de resultados de hombres y mujeres en SIMCE 2010 y PSU 2013	55
3.3. Brechas de género en SIMCE 2010 y PSU 2013 controlando por características personales y de los hogares	60
3.4. Brechas de género en SIMCE 2010 y PSU 2013 en la muestra de mellizos mixtos	69
3.5. Diferencia en las estimaciones de brechas de género en matemáticas como un problema de variable omitida	70

3.6. Diferencia en las estimaciones de brechas de género en matemáticas como un problema de correlación en los errores . . . . .	72
3.7. Resumen de resultados . . . . .	72
<b>4. Género y retención de estudiantes en educación superior</b>	<b>76</b>
4.1. Matrícula en primer año de educación superior . . . . .	77
4.2. Diferencias de medias de retención en primer año de educación superior . .	82
4.3. Brechas de género en retención en educación superior controlando por características personales y de los hogares . . . . .	82
4.4. Resultados en tests SIMCE y PSU de matemáticas y retención en primer año de los estudiantes que ingresan a carreras STEM . . . . .	83
4.5. Resumen de resultados . . . . .	83
<b>Conclusión</b>	<b>90</b>
<b>5. Bibliografía</b>	<b>97</b>

# Índice de Tablas

2.1. Cohortes de egreso e información disponible . . . . .	33
2.2. Descriptivos muestra completa y muestra de mellizos (todos los estudiantes)	34
2.3. Descriptivos muestra completa y muestra de mellizos (sólo estudiantes que postulan a ES en 2013) . . . . .	35
2.4. Mayor nivel educacional alcanzado por uno de los padres, SIMCE 2010 2º Medio, Chile . . . . .	36
2.5. Ingresos mensuales totales (suma) del hogar, SIMCE 2010 2º Medio, Chile .	36
2.6. Coeducación en 4º Medio y género, estudiantes inscritos en PSU 2013. . . .	40
2.7. Estadísticos escalas de Autoeficacia General, Autoeficacia en Matemáticas y Bienestar Subjetivo generadas por CFA. . . . .	43
2.8. Estadísticos escala de Inversión de los Padres generada por CFA. . . . .	51
3.1. Resultados SIMCE, PSU, notas y retención en educación superior, según género (diferencias de medias). Población general y muestra de mellizos (cohorte egreso 4º medio 2012). . . . .	56
3.2. Análisis de diferencias en la distribución de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU) según género. . . . .	59
3.3. Resultados SIMCE Matemáticas 2010, OLS y regresiones por cuantiles de resultados en SIMCE Matemáticas, todos los estudiantes. . . . .	63
3.4. Resultados SIMCE Matemáticas 2010 y coeducación, OLS y regresiones por cuantiles de resultados en SIMCE Matemáticas (mujeres). . . . .	64
3.5. Resultados PSU Matemáticas 2013, OLS y regresiones por cuantiles de resultados en PSU Matemáticas, todos los estudiantes. . . . .	65
3.6. Resultados PSU Matemáticas 2013 y coeducación, OLS y regresiones por cuantiles de resultados en PSU Matemáticas (mujeres). . . . .	66
3.7. Resultados PSU Matemáticas 2013, OLS según preferencias de carrera y regresiones por cuantiles de resultados en PSU Matemáticas carreras STEM, carreras de todas las instituciones de educación superior (CFT, IP, U). . . . .	67
3.8. Resultados PSU Matemáticas 2013, OLS según preferencias de carrera y regresiones por cuantiles de resultados en PSU Matemáticas carreras STEM, sólo carreras universitarias. . . . .	68
3.9. Resultados SIMCE Matemáticas 2010 y PSU Matemáticas 2013, muestra de mellizos. . . . .	74
3.10. Resultados SIMCE 2010 Matemáticas y PSU 2013 Matemáticas, estimaciones OLS y ML simultáneo . . . . .	75

4.1. Retención en primer año de educación superior según área STEM de la carrera y género. . . . .	85
4.2. Retención estudiantes en educación superior, según área y rendimiento PSU Matemáticas (todas las instituciones). . . . .	88
4.3. Retención estudiantes en educación superior, según área y rendimiento PSU Matemáticas (sólo universidades). . . . .	89
4.4. Resultados en tests SIMCE 2010 y PSU 2013 de Matemáticas, estudiantes que ingresaron a carreras universitarias STEM en 2013. . . . .	90
4.5. Retención en primer año, estudiantes que ingresaron a carreras universitarias STEM en 2013. . . . .	91

# Índice de Figuras

1.	Resultados en Matemáticas y brecha de género en Matemáticas, 65 países y economías que participaron en PISA 2012. . . . .	4
2.	Brecha de género en Matemáticas, resultados en Matemáticas y brechas en participación laboral (muestra de 58 países), 2012 . . . . .	5
3.	Brecha de género en Matemáticas, resultados en Matemáticas y brechas en participación laboral (muestra de 38 países), 2012 . . . . .	6
4.	Resultados SIMCE 4º Básico Matemáticas 2005-2014, hombres y mujeres (Chile) . . . . .	7
5.	Resultados SIMCE 8º Básico Matemáticas 2004-2013, hombres y mujeres (Chile) . . . . .	8
6.	Resultados SIMCE 2º Medio Matemáticas 2003-2013, hombres y mujeres (Chile) . . . . .	9
7.	Resultados PSU Matemáticas 2004-2015, hombres y mujeres (Chile) . . . . .	10
8.	Ingreso promedio mensual al primer y quinto año de egreso según área de estudio y proporción de mujeres matriculadas en primer año, carreras universitarias (pesos de 2015), Chile . . . . .	11
9.	Empleabilidad al primer año de egreso según área de estudio y proporción de mujeres matriculadas en primer año, carreras universitarias (2013), Chile . . . . .	12
2.1.	Autoeficacia general en los aprendizajes: “Pensando en tu experiencia en tu establecimiento ¿cuán de acuerdo estás con las siguientes frases?” (% Muy de acuerdo o de acuerdo), según género, SIMCE 2010 . . . . .	37
2.2.	Autoeficacia en Matemáticas: “Pensando ahora en cómo te va en Matemática, ¿cuán de acuerdo estás con las siguientes frases?” (% Muy de acuerdo o de acuerdo), según género, SIMCE 2010 . . . . .	38
2.3.	Bienestar Subjetivo: “En el último mes, ¿con qué frecuencia te han sucedido las siguientes situaciones?” (% siempre o casi siempre y algunas veces), según género, SIMCE 2010. . . . .	39
2.4.	“¿Cuántos días a la semana de lunes a viernes haces las siguientes actividades fuera del horario escolar? Estudiar, hacer tareas o trabajos escolares”, muestra completa, SIMCE 2010. . . . .	40
2.5.	“¿Cuántos días a la semana de lunes a viernes haces las siguientes actividades fuera del horario escolar? Estudiar, hacer tareas o trabajos escolares”, según género, SIMCE 2010. . . . .	40
2.6.	“En los últimos 6 meses, ¿cuántos libros has leído por iniciativa propia, y que no te hayan pedido leer en el establecimiento?”, muestra completa, SIMCE 2010. . . . .	41

2.7.	<i>“En los últimos 6 meses, ¿cuántos libros has leído por iniciativa propia, y que no te hayan pedido leer en el establecimiento?”</i> , según género, SIMCE 2010. . . . .	41
2.8.	<i>“Pensando en el futuro, ¿cuál es el nivel de educación más alto que crees que vas a poder completar?”</i> , muestra completa, SIMCE 2010. . . . .	42
2.9.	<i>“Pensando en el futuro, ¿cuál es el nivel de educación más alto que crees que vas a poder completar?”</i> , según género, SIMCE 2010. . . . .	42
2.10.	Modelo para cálculo de escala de Autoeficacia General AE (CFA). . . . .	44
2.11.	Modelo para cálculo de escala de Autoeficacia en Matemáticas AM (CFA). . . . .	45
2.12.	Modelo para cálculo de escala de Bienestar Subjetivo B (CFA). . . . .	46
2.13.	Distribución Escalas de Autoeficacia General (AE), Autoeficacia en Matemáticas (AM) y Bienestar Subjetivo (B) según género. . . . .	47
2.14.	Mayor nivel educacional alcanzado por alguno de los padres, todos los estudiantes, SIMCE 2010. . . . .	48
2.15.	Suma de los ingresos mensuales del hogar, SIMCE 2010. . . . .	48
2.16.	<i>“¿Alguno de tus padres o personas que se hacen cargo de ti hace las siguientes actividades para ayudarte?”</i> , según género, SIMCE 2010. . . . .	49
2.17.	<i>“¿Cuál cree Ud. que es el nivel de educación más alto que el estudiante va a poder completar?”</i> , muestra total, SIMCE 2010. . . . .	50
2.18.	<i>“¿Cuál cree Ud. que es el nivel de educación más alto que el estudiante va a poder completar?”</i> , según género, SIMCE 2010. . . . .	50
2.19.	Modelo para cálculo de escala de Inversión de los Padres IP (CFA). . . . .	52
2.20.	Distribución Escala de Inversión de los Padres (IP) según género. . . . .	53
3.1.	Densidades de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU), población general (egresados 2012) . . . . .	57
3.2.	Densidades de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU), muestra mellizos (egresados 2012). . . . .	57
3.3.	Gráficos Q-Q distribución de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU), población general (egresados 2012) . . . . .	58
3.4.	Gráficos Q-Q distribución de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU), muestra mellizos (egresados 2012) . . . . .	58
4.1.	Matrícula de primer año en instituciones de Educación Superior según género. . . . .	78
4.2.	Matrícula de primer año en instituciones de Educación Superior según género y área de estudio (CFT, IP, U). . . . .	78
4.3.	Matrícula de primer año en instituciones de Educación Superior según género y área de estudio (sólo Ues) . . . . .	79
4.4.	Brecha de género en matrícula de primer año por áreas de estudio (CFT, IP, U) . . . . .	80
4.5.	Brecha de género en matrícula de primer año por áreas de estudio (solo Ues) . . . . .	81
4.6.	Retención en primer año de educación superior según área de estudio y brechas de género en retención (CFT, IP, U) . . . . .	86
4.7.	Retención en primer año de educación superior según área de estudio y brechas de género en retención (solo Ues) . . . . .	87
4.8.	Efecto del género (mujer) en desempeño tests SIMCE y PSU de matemáticas y retención en 1er año de carreras STEM (Universidades). Comparación de coeficientes estandarizados de la variable género, muestra de mellizos. . . . .	95

4.9. Efecto del género (mujer) en desempeño tests SIMCE y PSU de matemáticas y retención en 1er año (Universidades). Comparación de coeficientes estandarizados de la variable género, población general que ingresa a carreras universitarias en 2013. . . . .	95
4.10. Efecto del género (mujer) en desempeño tests SIMCE y PSU de matemáticas y retención en 1er año (Universidades). Comparación de coeficientes estandarizados de la variable género, estudiantes que ingresan a carreras universitarias STEM 2013 . . . . .	96





# Introducción

En muchos sistemas educativos del mundo se aprecian brechas de género en tests de matemáticas (Fryer & Levitt, 2009; Marks, 2008; OECD, 2014, 2015; Reilly, 2012), las que aparecen en el nivel de educación primaria, tienden a agudizarse con el tiempo y perjudican a las mujeres. A pesar de que estas brechas son comunes en muchos sistemas educativos, su presencia no es sistemática a nivel internacional (Figura 1): mientras que en algunos países las brechas son muy importantes, en otros no existen diferencias, o bien estas son a favor de las mujeres. Por otro lado, la existencia de brechas tampoco parece estar asociada a los resultados promedios en tests de matemáticas: se observan brechas de género en matemáticas en países con niveles de desempeño alto (países OCDE) y bajo (países latinoamericanos), y brechas menores en países de alto (países OCDE) y bajo desempeño (países de tradición islámica) (Figura 2). Cuando se observa el grupo de países con mejor desempeño en tests de matemáticas, tampoco se aprecia una relación entre el tamaño de las brechas y los resultados promedio de los países, pero sí emerge una relación con la equidad de género de la sociedad (Figura 3).

En el caso de Chile, los resultados de la última década muestran que mientras que en Cuarto Básico mujeres y varones alcanzan resultados similares en matemáticas (Figura 4), ya en Octavo Básico se observa una brecha de resultados (Figura 5), la que se agudiza en Segundo Medio (Figura 6). También existe una brecha importante en los resultados en matemáticas de los estudiantes que rinden la Prueba de Selección Universitaria (Figura 7). Las importantes brechas de género en matemáticas en el sistema educativo chileno, y su mayor incidencia entre los estudiantes mayores, también han sido observadas en los resultados de las evaluaciones internacionales TIMSS (Mullis et al., 2012) y del Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación de UNESCO (LLECE OREALC/UNESCO/SERCE, 2008).

Los bajos resultados en matemáticas de las estudiantes mujeres no sólo representan una deuda con el 50 % de los estudiantes del sistema, los que acceden a menores resultados en este dominio. También impactan en la menor participación de las mujeres en la matrícula de las carreras del área de Ciencia, Tecnología Ingeniería y Matemáticas <sup>1</sup>, lo que afecta la posición económica futura de las mujeres (Joensen & Nielsen, 2013): estas carreras representan en la mayoría de los casos mejores oportunidades laborales (Figura 8 y Figura 9).

---

<sup>1</sup>Se utiliza el acrónimo STEM para referirse a las carreras de esta área, por las palabras en inglés *Science* (Ciencia), *Technology* (Tecnología), *Engineering* (Ingeniería) y *Mathematics* (Matemáticas)

En 2013 la proporción de mujeres matriculadas en primer año en las carreras con las mejores expectativas de empleabilidad e ingresos (por ejemplo, carreras de las áreas de Ingeniería, Industria y Producción, Servicios de Transporte) fue menor que la proporción de hombres. Mientras, las mujeres tienen una participación mayor en carreras con peores expectativas futuras en el mercado laboral (por ejemplo, carreras del área de Artes, Humanidades, Servicios Sociales y Educación).

Las brechas de género en matemáticas en el sistema escolar representan una barrera para que las mujeres se desempeñen en estas áreas del conocimiento (Bobbitt-Zeher, 2007), ya que afectan las preferencias de las mujeres por las carreras STEM y reducen sus puntajes para postular a estas carreras (Ceci et al., 2009). Lo que no ayuda a la superación de otras formas de discriminación que afectan comúnmente a las mujeres en países como Chile: brechas en participación laboral, salarios, horas trabajadas, que dificultan que las mujeres progresen en sus carreras, y que hacen que la probabilidad de encontrarse en situación de pobreza sea notoriamente mayor para las mujeres que para los hombres (OECD, 2012).

El desmedro de la posición de las mujeres en el ámbito de carreras que ofrecen mejores expectativas futuras es relevante, si se considera que los países con las mayores brechas en matemáticas también corresponden a los que tienen brechas de género mayores en participación laboral y menores niveles de equidad entre hombres y mujeres en general (González de San Román & de la Rica Goiricelaya, 2012; Kane & Mertz, 2012; OECD, 2015).

Por otro lado, la baja proporción de mujeres en carreras STEM no sólo representa un perjuicio para las mujeres: también representa un problema para las propias disciplinas STEM, las que pierden talentos y diversidad. Existe evidencia de que el campo de las carreras STEM se beneficia de las experiencias que aportan las mujeres, las que son cualitativamente diferentes respecto de los hombres (Franklin, 2013). También representa un freno para el desarrollo económico: se ha observado que la disminución de las brechas de género en educación, y su impacto en la participación laboral de las mujeres, puede tener un impacto significativo en las tasas de crecimiento de los países (Thévenon et al., 2012).

En el conjunto de países que participan en pruebas internacionales en educación, Chile es uno de los que presenta las mayores brechas de género en matemáticas. Estas diferencias no han pasado desapercibidas: respecto de los resultados de TIMSS 2011 un experto en educación chileno afirmó que *“tiene que ver con procesos históricos de socialización. Esto hace que los hombres desarrollen algunas ventajas en el manejo del lenguaje numérico y del lenguaje científico, porque así se le ha inculcado desde pequeños”*, y añade que *“puede que la mujer sea más propensa en su socialización a valorizar aspectos que tienen que ver con la comunicación en general”*. Por otro lado, y a propósito de los mismos resultados, un ex Ministro de Educación chileno señaló que *“tiene que ver con las expectativas de los profesores, que tienden a exigir menos a las alumnas que a los alumnos. También supone que las propias familias tengan las mismas exigencias”* (Herrera, 2013).

Estas afirmaciones dan cuenta de dos premisas implícitas en la forma en que se comprenden las brechas de género en matemáticas:

- (i) que las diferencias de resultados en los tests de matemáticas disponibles efectivamente dan cuenta de una diferencia real en las habilidades cognitivas en matemáticas de

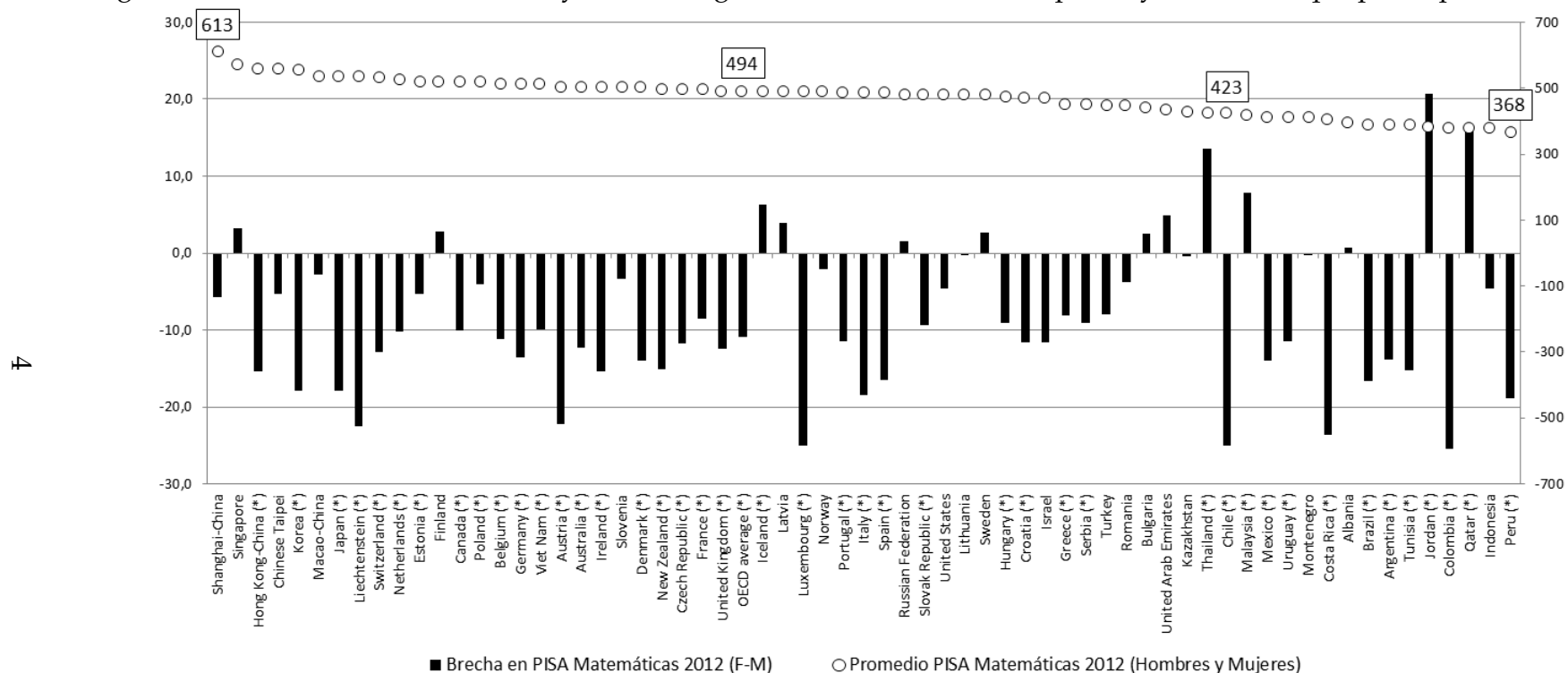
hombres y mujeres y en su capacidad de desempeñarse en ambientes que requieren este tipo de habilidades; y

- (ii) que estas diferencias no necesariamente responden a distintas características biológicas (naturales) en la cognición de hombres y mujeres, pero son atribuibles a “*procesos históricos de socialización*” (que ocurren en la sociedad, los hogares, la escuela, a través de los medios de comunicación, etc), los que en definitiva serían los responsables de que las mujeres tengan resultados inferiores en tests de matemáticas.

En este trabajo estudiamos los resultados de diferentes medidas de desempeño en matemáticas para una cohorte de estudiantes chilenos, controlando por factores personales y de contexto, y analizando el impacto del género del estudiante en los resultados. Nuestro enfoque amplía la forma de entender habilidad en matemáticas, considerando también el desempeño de los estudiantes en el primer año de educación superior en carreras del área de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM). Además, utilizamos una muestra de estudiantes mellizos dicigóticos para controlar por características no observables del hogar.

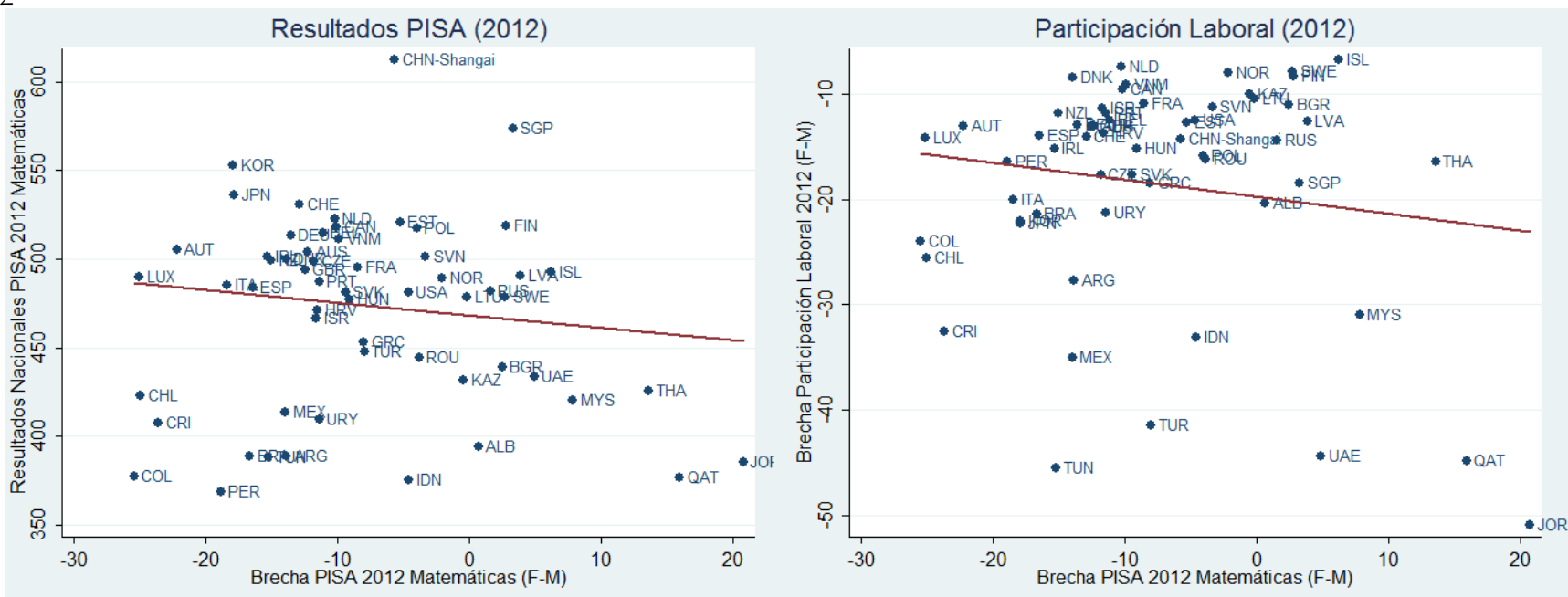
Nuestra motivación es alcanzar una comprensión mejor de la brecha de género en matemáticas, estudiando su presencia en distintos tests y los impactos que ésta podría tener en el desempeño concreto de los y las estudiantes en carreras que demandan destreza en matemáticas. Además, nos interesa comparar la información que los distintos tests de matemáticas ofrecen sobre la magnitud de las diferencias entre hombres y mujeres, lo que nos permite ofrecer evidencia para ponderar distintas explicaciones sobre la naturaleza de las brechas en matemáticas. Y así, aportar al debate de propuestas de política pública para el abordaje de esta importante situación de discriminación de género en el sistema educativo chileno.

Figura 1: Resultados en Matemáticas y brecha de género en Matemáticas, 65 países y economías que participaron en PISA 2012.



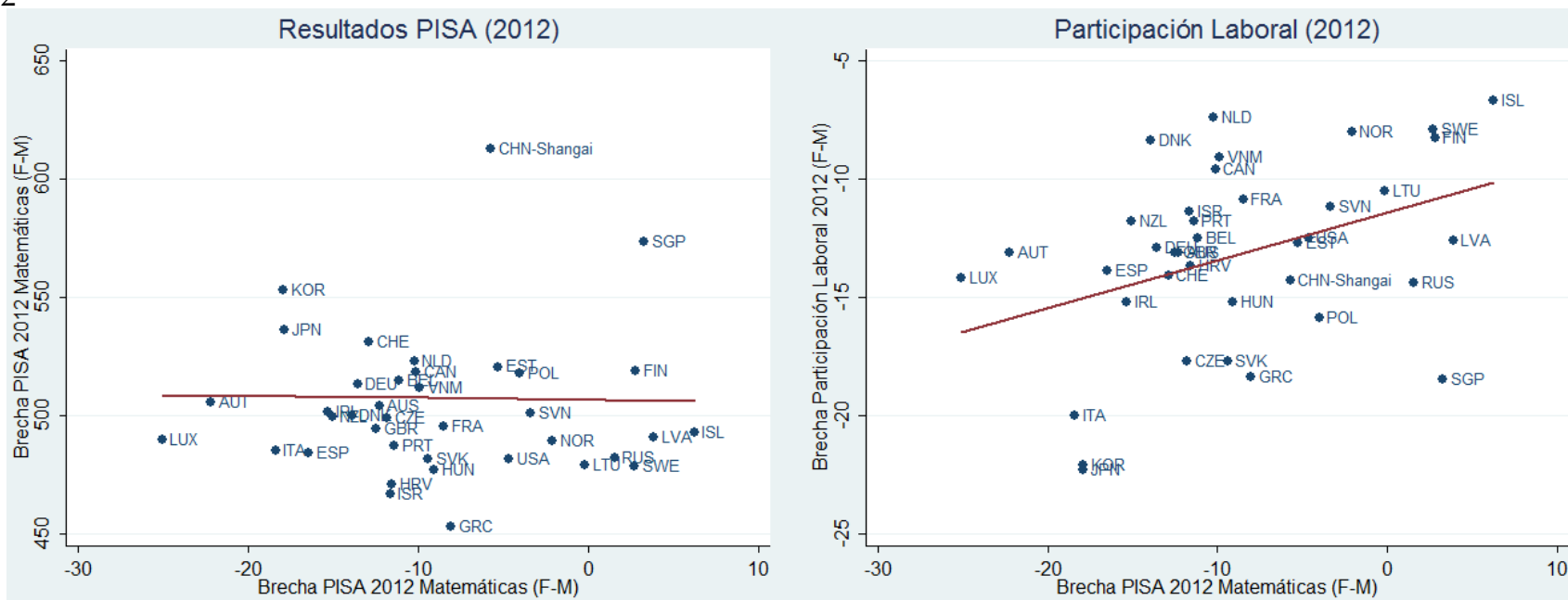
Fuente: (OECD, 2015). Eje derecho (círculos): Puntaje promedio PISA Matemáticas 2012. Países ordenados de mayor a menor puntaje promedio en PISA Matemáticas 2012. Eje izquierdo (barras): Brecha en PISA matemáticas 2012 (Femenino - Masculino) (\*) Indica que la brecha observada es significativamente distinta de 0.

Figura 2: Brecha de género en Matemáticas, resultados en Matemáticas y brechas en participación laboral (muestra de 58 países), 2012



Fuente: (OECD, 2015; UNDP, 2014). Se presentan 58 países para los que se dispone de resultados en PISA 2012 y de datos sobre participación laboral 2012.

Figura 3: Brecha de género en Matemáticas, resultados en Matemáticas y brechas en participación laboral (muestra de 38 países), 2012



Fuente: (OECD, 2015; UNDP, 2014). Se presentan los 38 de mejor rendimiento en PISA 2012 (igual o superior a 450 puntos).

7

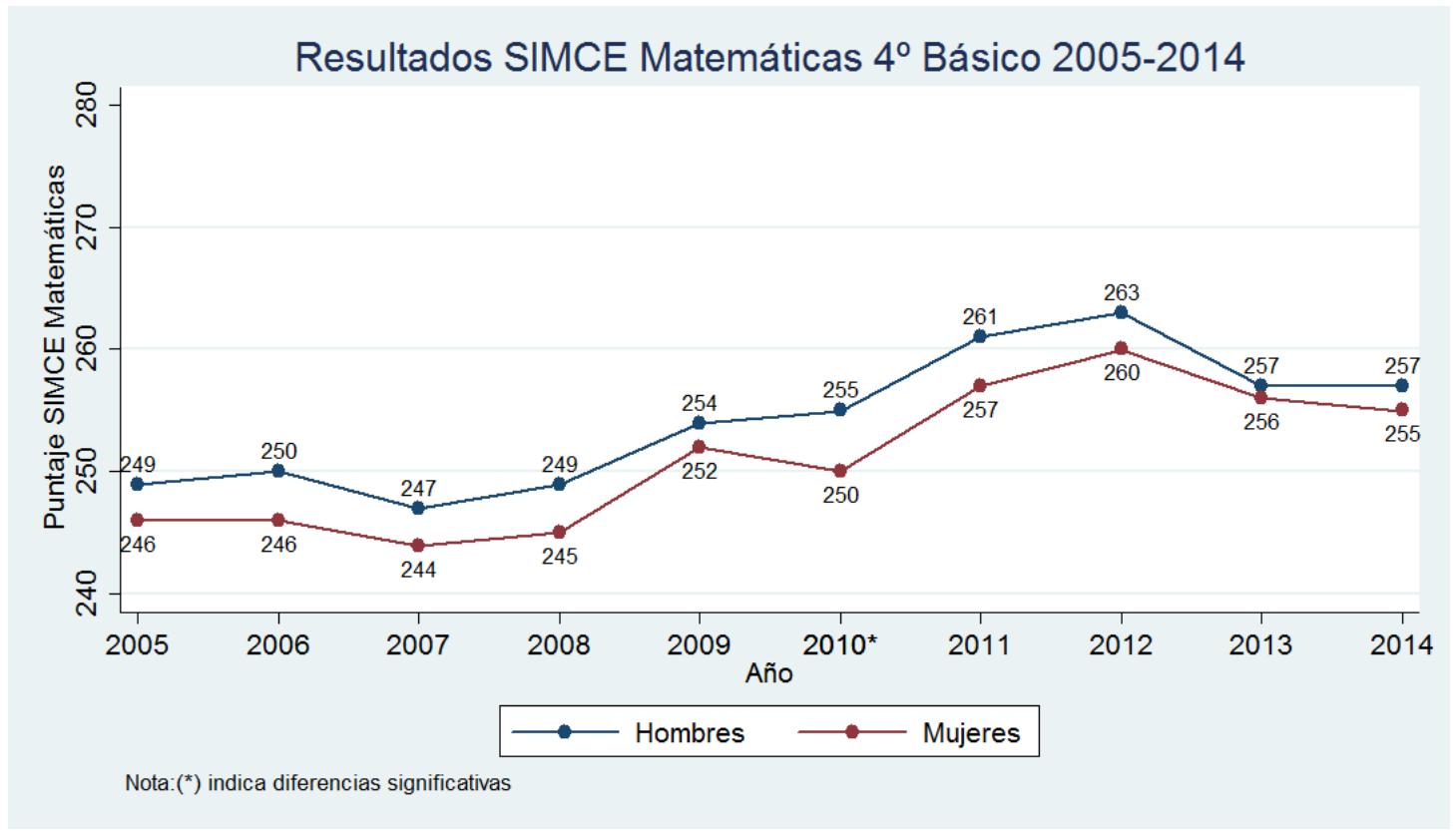


Figura 4: Resultados SIMCE 4º Básico Matemáticas 2005-2014, hombres y mujeres (Chile)

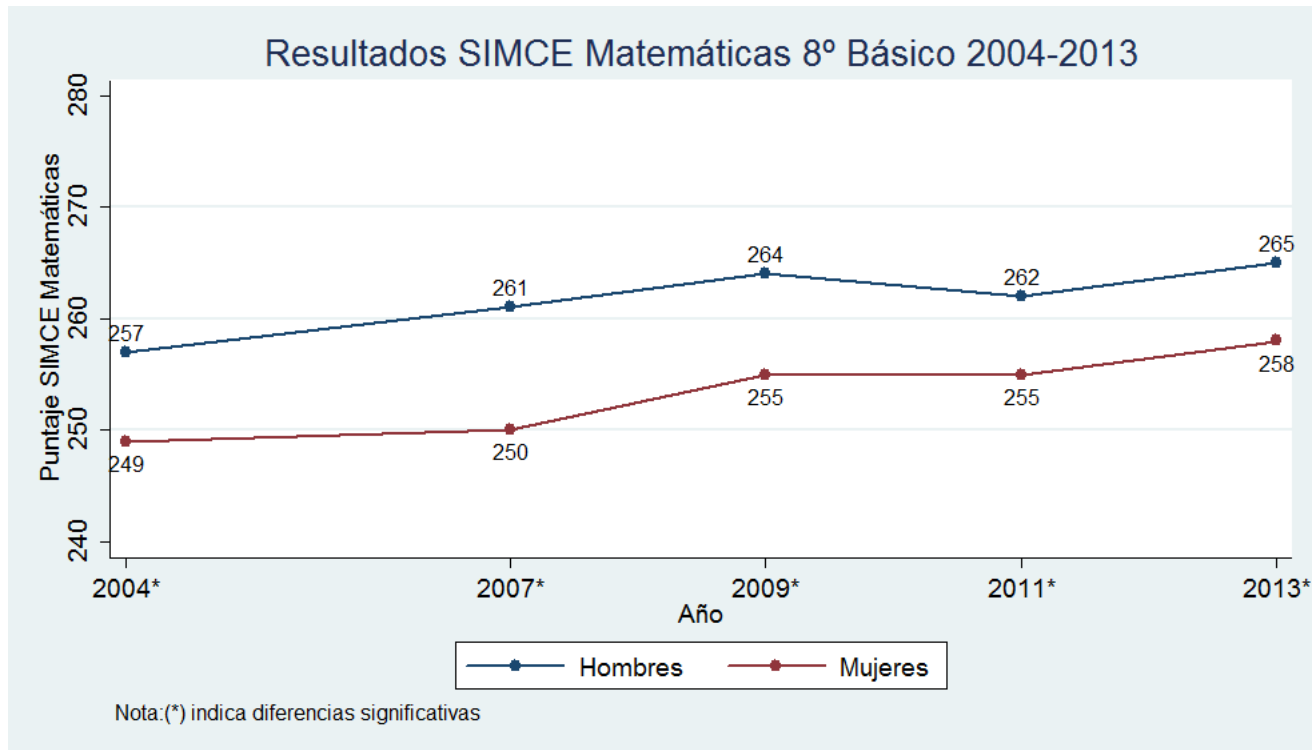


Figura 5: Resultados SIMCE 8° Básico Matemáticas 2004-2013, hombres y mujeres (Chile)



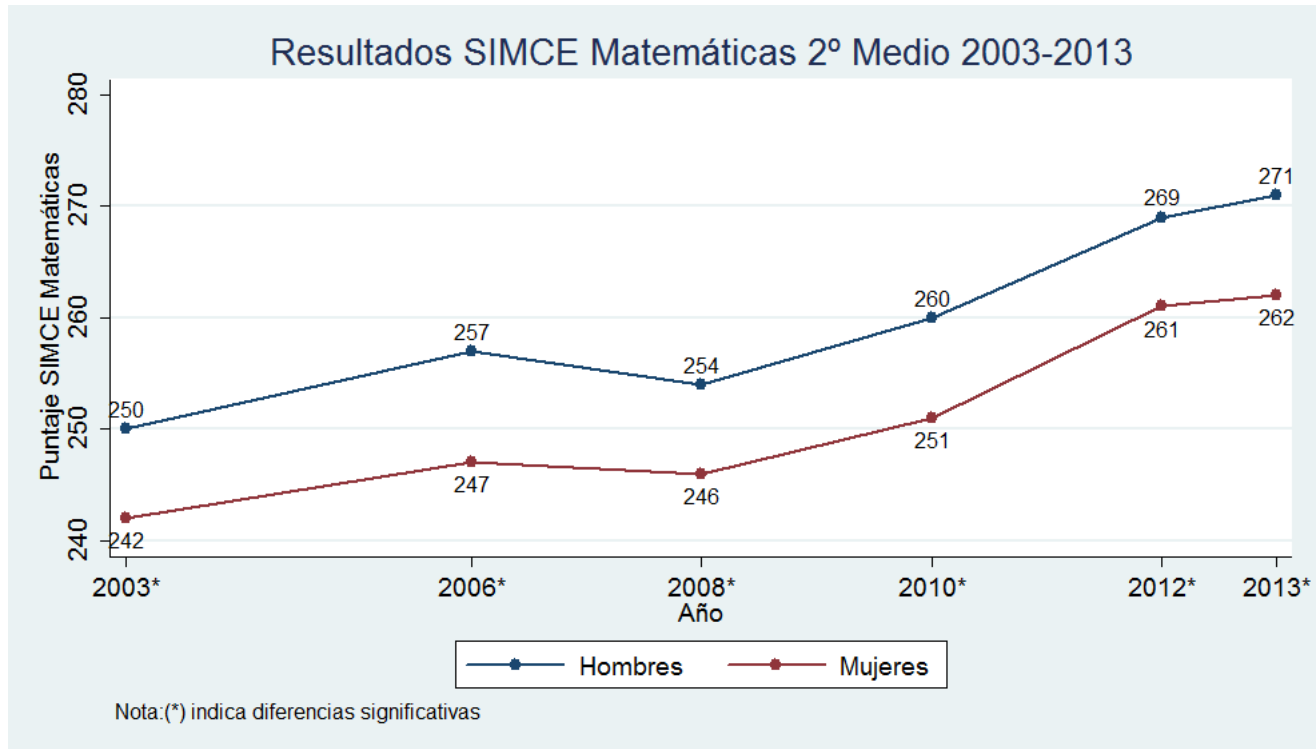


Figura 6: Resultados SIMCE 2° Medio Matemáticas 2003-2013, hombres y mujeres (Chile)

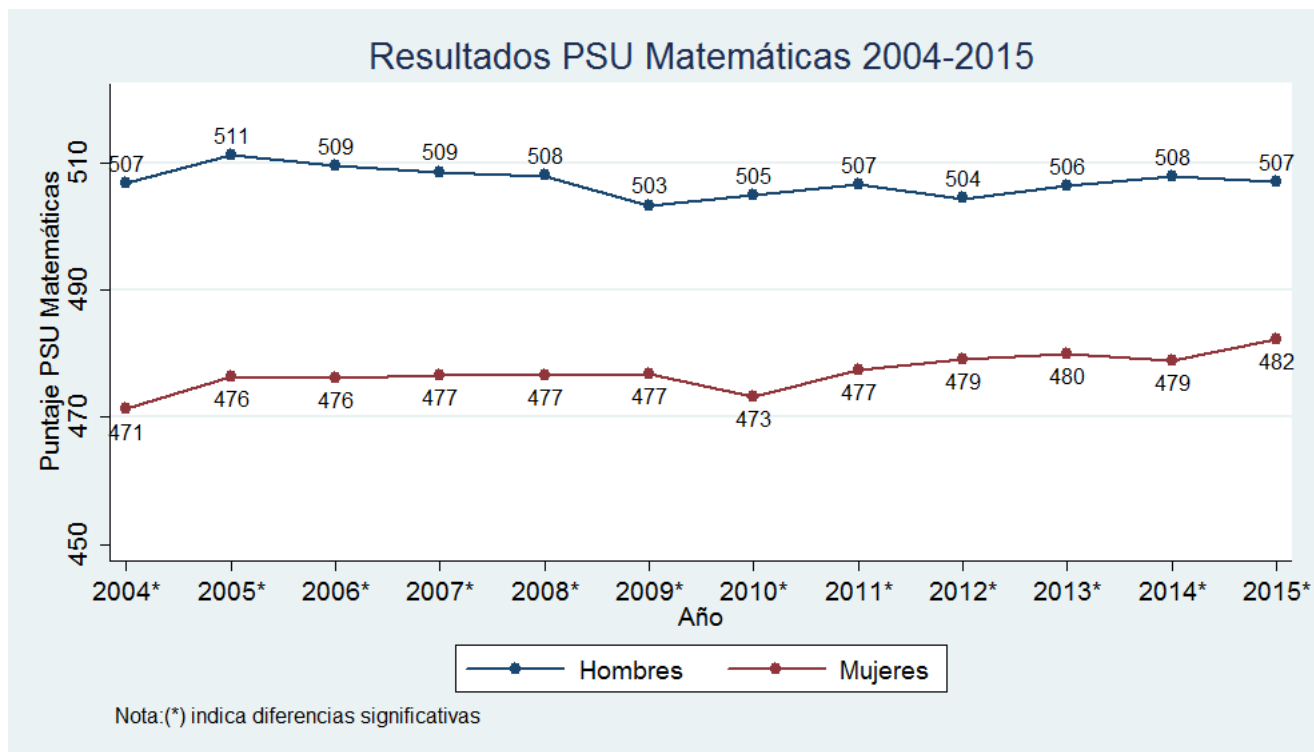
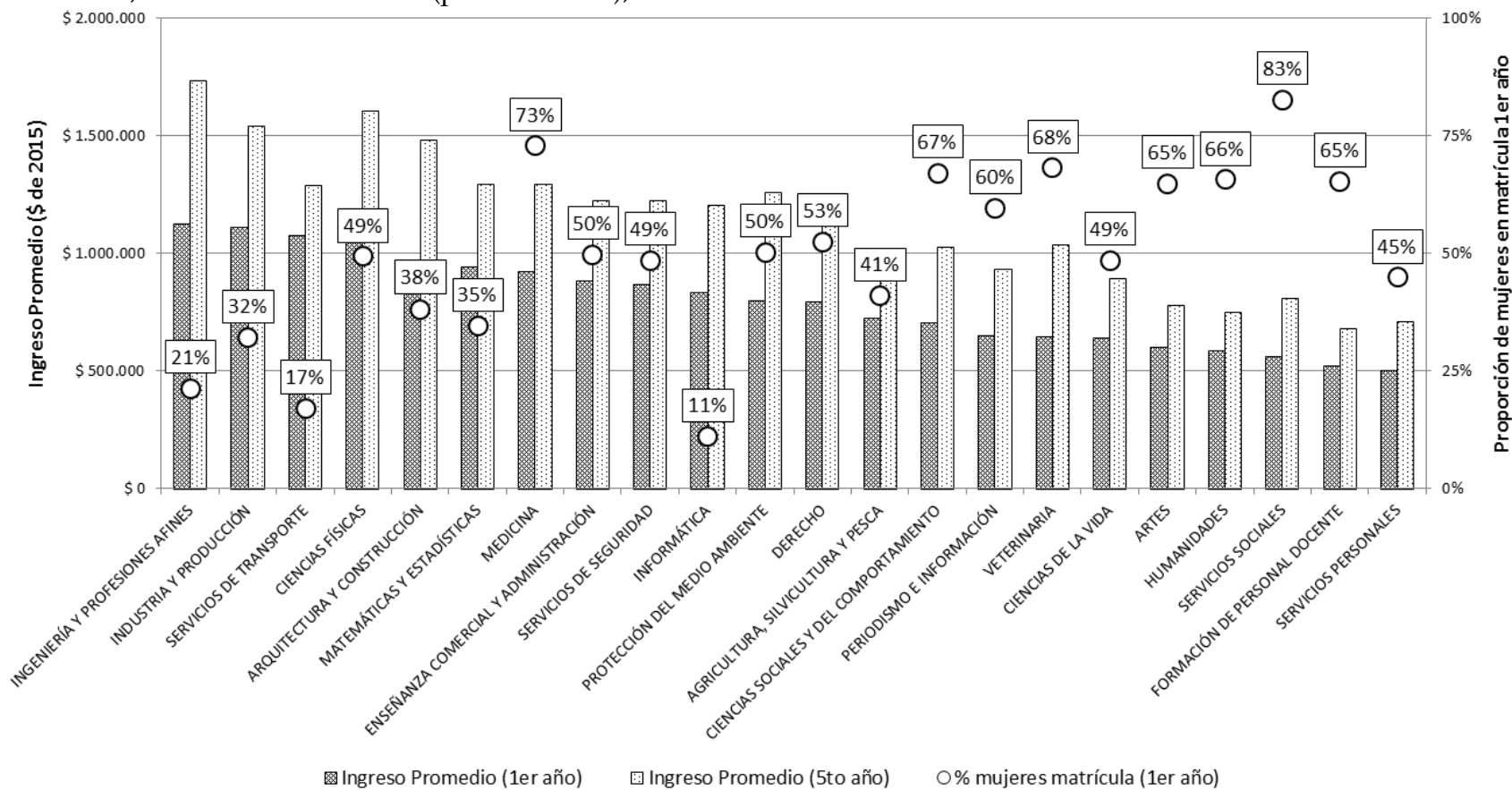


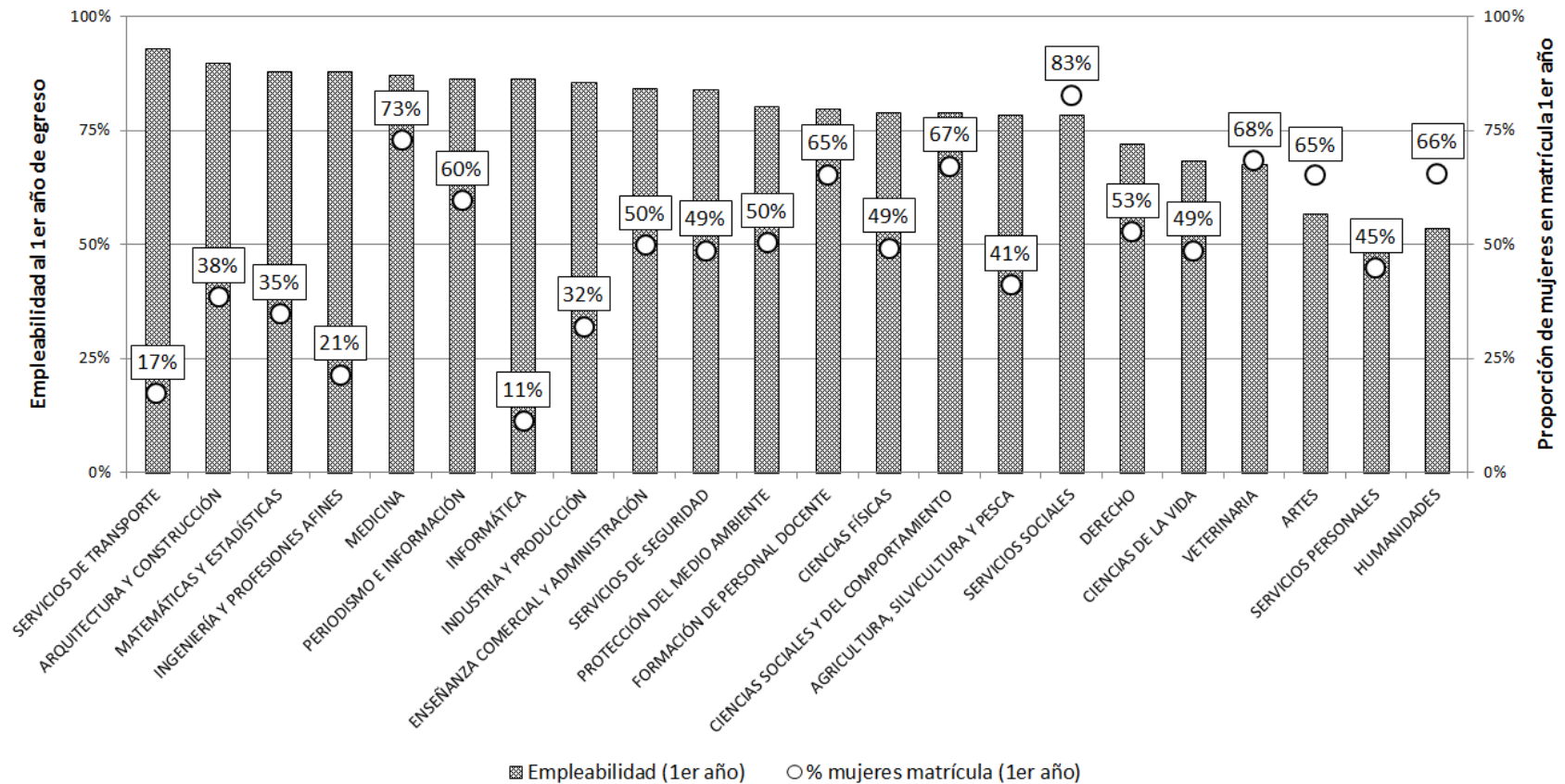
Figura 7: Resultados PSU Matemáticas 2004-2015, hombres y mujeres (Chile)

Figura 8: Ingreso promedio mensual al primer y quinto año de egreso según área de estudio y proporción de mujeres matriculadas en primer año, carreras universitarias (pesos de 2015), Chile



Nota: Eje izquierdo (barras): ingreso promedio mensual al 1er y 5to año de egreso. Áreas de estudios ordenadas de mayor a menor ingreso en 1er año. Eje derecho (círculos): proporción de mujeres matriculadas en primer año (2013). En rectángulos se indica la proporción de mujeres matriculadas en primer año en 2013 (que egresaron en 2012 de educación media).

Figura 9: Empleabilidad al primer año de egreso según área de estudio y proporción de mujeres matriculadas en primer año, carreras universitarias (2013), Chile



Nota: Eje izquierdo (barras): probabilidad de estar empleado al 1er año de egreso. Áreas de estudios ordenadas de mayor a menor empleabilidad en 1er año. Eje derecho (círculos): proporción de mujeres matriculadas en primer año (2013). En rectángulos se indica la proporción de mujeres matriculadas en primer año en 2013 (que egresaron en 2012 de educación media).



# Capítulo 1

## Brecha de género en Matemáticas: revisión de antecedentes

### 1.1. Habilidad en matemáticas y diferencias de género: ¿diferencias naturales o diferencias sociales?

La búsqueda de evidencia biológica que explique las diferencias de género en matemáticas no es una tarea sencilla: por ejemplo, en los primeros años de vida la experiencia modifica tanto las estructuras como las funciones del cerebro (Halpern et al., 2007), de modo que la búsqueda de una base “*natural*” o “*cultural*” para las diferencias de género, anclada en la neurociencia, podría adolecer de un problema de causalidad reversa. El desarrollo cognitivo depende tanto de factores biológicos (naturales) como sociales, y la existencia de una habilidad innata puede entenderse como la existencia de una característica potencial, que puede desarrollarse si es que existe un medio ambiente que la estimule (Halpern et al., 2007).

Esto no significa que una característica natural sea inmodificable: el cerebro mantiene su plasticidad durante gran parte de la vida de los humanos, de modo que una característica natural o innata refleja más bien la existencia de un potencial cognitivo a desarrollarse.

A pesar de que se encuentran diferencias entre los cerebros de hombres y mujeres, no es claro que estas diferencias tengan un impacto en las potencialidades de hombres y mujeres para el dominio de las matemáticas. El estudio de las diferencias de género en matemáticas en distintos contextos muestra que muchas de las diferencias que se observan pueden atribuirse a diferencias socioculturales y a las situaciones de discriminación de las mujeres en la sociedad.

Else-Quest et al. (2010) reportan en su meta análisis de estudios internacionales de educación que las diferencias de género reportadas en matemáticas son pequeñas, y que la mayor variabilidad está asociada a características culturales de los países: aquellos con mayor equidad de género también tienen las menores brechas en matemáticas. Hyde &

Mertz (2009) muestran que no solamente las mujeres alcanzan a los hombres en cuanto a resultados promedio en matemáticas en muchos sistemas educativos, sino también que pueden encontrarse muchos ejemplos de mujeres que se desempeñan en los niveles más altos de habilidad en matemáticas, descartando la hipótesis de que las mujeres poseen un “hándicap” innato para las matemáticas.

Algo similar a lo que muestran Andreescu et al. (2007) en su análisis internacional de estudiantes con talento en resolución de problemas matemáticos: existen mujeres talentosas en matemáticas, y la aparición de estos talentos depende más de las características de los sistemas educativos y de la equidad de género en la sociedad que de diferencias biológicas entre hombres y mujeres.

Por otro lado, Lindberg et al. (2010), analizando 242 estudios entre 1990 y 2007 concluyen que no se observan diferencias de género ni en los resultados promedio ni en la variabilidad de estos<sup>1</sup>. El estudio de la variabilidad de los resultados de hombres y mujeres es importante, ya que está en el origen de una versión modificada de la hipótesis de las diferencias biológicas entre hombres y mujeres (Hyde & Mertz, 2009).

Esta hipótesis plantea que si bien es cierto hombres y mujeres deberían tener en promedio los mismos resultados en matemáticas –por lo que las brechas de los promedios en tests de matemáticas no tendrían una justificación natural–, la varianza en los resultados de los hombres sería significativamente mayor a la de las mujeres, de modo que existiría una mayor proporción de hombres que de mujeres en los extremos de la distribución de resultados. Lo que explicaría la mayor proporción de hombres en los niveles mayores de desempeño (y también menores) como una consecuencia natural de las diferencias biológicas de género<sup>2</sup>.

Mientras que en algunos estudios sí se encuentra una mayor variabilidad en el caso de los resultados de matemáticas de los hombres (Bessudnov & Makarov, 2015; Halpern et al., 2007), en los meta análisis más actuales revisados las diferencias de variabilidad no han sido relevantes (Else-Quest et al., 2010; Hyde & Mertz, 2009; Hyde, 2014; Lindberg et al., 2010). En general no se encuentra evidencia consistente de la existencia de una mayor variabilidad en los resultados en matemáticas de los hombres.

Por cierto existen diferencias biológicas entre hombres y mujeres: en general los hombres están mejor dotados para ciertas tareas que requieren esfuerzo físico, mientras que las mujeres pueden ver interrumpida su inserción en el mercado laboral si escogen ser madres y dar a luz, y existen muchos estudios que tratan de abordar la causalidad entre la testosterona *in-utero* y resultados futuros (Bertrand, 2011). En el caso de las primeras, se trata de diferencias reales pero que no implican diferentes habilidades cognitivas. Por otro lado, en cuanto a los estudios sobre la incidencia de las hormonas sexuales en el desarrollo

---

<sup>1</sup>Analizando las muestras de un conjunto de estudios muestrales de los últimos 20 años en EE.UU. – National Longitudinal Survey of Youth 1997 (NLSY97), The National Educational Longitudinal Study (NELS88), Longitudinal Study of American Youth (LSAY), National Assessment of Educational Progress (NAEP)– llegan a conclusiones similares.

<sup>2</sup>Lawrence Summers, ex Economista Jefe del Banco Mundial (1991-1993), Secretario del Tesoro de EE.UU. (1999-2001) y Presidente de la Universidad de Harvard (2001-2006), se involucró en una famosa controversia en 2005 al plantear la validez de esta hipótesis. Ver s/a (2005)

de características diferentes, no es claro cuánto de la exposición a estas tiene una causa natural y cuánto se debe a condiciones ambientales.

Sin embargo, lo central que puede rescatarse de la evidencia en cuanto a las causas de la brecha de género en matemáticas, es la noción de que a pesar de que existan diferencias biológicas entre hombres y mujeres, éstas no abarcan aspectos relevantes que afecten las destrezas matemáticas: hombres y mujeres comparten la misma base biológica para la comprensión y dominio del conocimiento matemático (Spelke, 2005), aún al más alto nivel.

## 1.2. Cómo la discriminación de género en la sociedad se traduce en brechas de género en matemáticas

A pesar de que no exista una explicación natural (biológica) que justifique la ventaja de los hombres sobre las mujeres en tests de matemáticas y en el acceso a carreras y ocupaciones STEM, de todas maneras se observan brechas de género en matemáticas en muchos países: ¿qué factores sociales, no naturales, pueden estar detrás de estos resultados?

La evidencia sobre brechas de género en matemáticas muestra que la discriminación de género es el factor más importante que explica estas brechas (Andreescu et al., 2007; Else-Quest et al., 2010; Hyde & Mertz, 2009; Hyde, 2014; Kane & Mertz, 2012; Lindberg et al., 2010; Marks, 2008; Reilly, 2012; Spelke, 2005). Existe evidencia sobre el impacto de los estereotipos de género de padres y profesores, sus expectativas sobre los niños y niñas, y las formas en que conceptualizan el logro en matemáticas, sobre las actitudes de niños, niñas y jóvenes hacia las matemáticas (Gunderson et al., 2012). A pesar de que no existen diferencias innatas en las habilidades matemáticas “reales” de hombres y mujeres (Smetackova, 2015), la influencia de los estereotipos de género, a través de los hogares y la escuela, puede afectar el desempeño final de los estudiantes y sus preferencias.

En el caso de los hogares, se ha observado que las madres juegan un rol importante en la transmisión de expectativas de rol: las niñas que provienen de hogares donde la madre trabaja fuera del hogar tienen mejores resultados en matemáticas (González de San Román & de la Rica Goiricelaya, 2012), y se ha observado que los estereotipos de género hacia las matemáticas (de las madres) inciden en la auto percepción que tienen las niñas sobre su propia habilidad (Tomasetto et al., 2015). Estos efectos sólo operan sobre las niñas, y pueden observarse al inicio de la educación escolar, mucho antes de que emerjan diferencias de género en tests de matemáticas.

A pesar de que existe evidencia contradictoria sobre el tiempo específico que dedican los padres a hijos e hijas (por separado), en términos de inversión en habilidades cognitivas (Baker & Milligan, 2013; Hong et al., 2010; Datcher-Loury, 1988), se ha observado que los estímulos que los niños reciben pueden ser de distinta naturaleza y así afectar los resultados: evidencia experimental muestra que los padres tienden a reconocer y estimular el esfuerzo en los niños, mientras que las niñas reciben mayor estímulo por sus habilidades innatas. Estas diferencias, que se observan antes de los 3-4 años pueden incidir en la



motivación de los niños a los 7-8 años: los niños tienden a entender su habilidad como algo maleable, susceptible de ser modificado a través del esfuerzo, mientras que las niñas entienden su habilidad como fija, por lo que se alejan de situaciones que podrían desafiar su autopercepción (Gunderson et al., 2013).

Un resultado similar se observó al comparar a niños de familias de países asiáticos con niños de familias estadounidenses: los primeros provienen de hogares en donde existen creencias que valoran más el esfuerzo que las habilidades innatas como modo de obtener resultados en matemáticas, mientras que los segundos asocian la habilidad en matemáticas a un factor genético innato (Uttal, 1997). Consecuentemente, los niños asiáticos obtienen mejores resultados en matemáticas.

En cuanto a la escuela, se ha observado que los estereotipos de género hacia las matemáticas ya están presentes en los primeros años de educación primaria (Cvencek et al., 2011). Estas creencias sobre las habilidades de hombres y mujeres se acentúan con el tiempo, a pesar de que no tienen relación con las habilidades reales en matemáticas de hombres y mujeres (Smetackova, 2015).

Los estereotipos de género pueden afectar el desempeño de las mujeres a través de una mayor ansiedad en matemáticas (Maloney & Beilock, 2012), la que se define como una reacción emocional adversa a las matemáticas o a las tareas que involucran matemáticas. Se ha observado que las mujeres presentan mayores niveles de ansiedad en matemáticas, y estas diferencias se observan ya en los primeros años de educación primaria.

Una de las explicaciones para estas diferencias está asociada a las menores habilidades en razonamiento espacial de las mujeres (Ganley & Vasilyeva, 2011; Maloney et al., 2012), lo que afecta a las mujeres desde que se insertan en el sistema escolar. Estas diferencias en el razonamiento espacial entre hombres y mujeres no inciden en las habilidades matemáticas propiamente tal, y aparentemente no tienen una base biológica, sino que están relacionadas con contenidos que no se aprenden en la escuela, sino fundamentalmente a través del juego, donde los hombres obtienen una ventaja por los estereotipos de género ("*juegos de hombres*") (Hyde, 2014). Esta diferencia puede reducirse a través de intervenciones en el sistema educativo (Tzuriel & Egozi, 2010). La ansiedad en matemáticas también puede verse reforzada por los sesgos de los profesores, que interactúan con su propia ansiedad hacia las matemáticas (Mizala et al., 2015). La ansiedad en matemáticas, unida a la falta de referentes femeninos en matemáticas, puede asentar una autopercepción de bajas capacidades en matemáticas en las mujeres (y reforzar un auto concepto positivo en los hombres).

La ansiedad en matemáticas está asociada a un segundo factor que afecta los resultados de las mujeres en matemáticas. La autoconfianza en matemáticas es inferior en las niñas (Ahmed et al., 2012; Bharadwaj et al., 2015), lo que puede afectar los procesos de acumulación de habilidades en matemáticas: menores niveles de autoconfianza pueden generar creencias erradas sobre las propias habilidades en grupos discriminados, e interrumpir los procesos de acumulación de capital humano (Filippin & Paccagnella, 2012), generando una profecía autocumplida.

Finalmente, las niñas experimentan mayor incidencia de trastornos del ánimo y de-

presión en la adolescencia, lo que puede afectar su autoconfianza y autoeficacia. Estas diferencias se asocian al aumento de la oxitocina en la pubertad, lo que incrementa la necesidad de pertenencia grupal en las mujeres (y puede aumentar la importancia del estrés asociado a las interacciones personales) (Zahn-Waxler et al., 2008). Sin embargo, esta variable biológica interactúa en gran medida con los estereotipos de género que enfrentan las niñas en la adolescencia, lo que las deja en una posición de vulnerabilidad emocional mayor que los hombres: aquellas mujeres que enfrentan conflictivamente el estereotipo de femineidad ideal, que se les asigna en esta etapa del ciclo vital, pueden mostrar rasgos depresivos asociados a su autovaloración, apariencia física y percepción de logro. En este sentido, los estereotipos de género y la biología de las mujeres en la pubertad hacen que estas enfrenten un riesgo mayor de desarrollar rasgos depresivos y una baja valoración de sus capacidades, lo que incide en su desempeño en matemáticas.

### 1.3. Diferencias de género y tests de matemáticas

El impacto de los factores anteriores es significativo, sobre todo si se considera que las mujeres ingresan al sistema escolar con mejores habilidades cognitivas que los hombres (Buchmann et al., 2008), tienen un desarrollo cognitivo que precede al de los hombres en la pubertad (Zahn-Waxler et al., 2008) y en general exhiben mayores niveles de asistencia escolar, mejor conducta y compromiso con las tareas escolares, lo que es valorado por el sistema escolar y se traduce en mejores notas (Di Prete & Jennings, 2009). Los estereotipos de género hacen que las mujeres muestren resultados inferiores en un ámbito en donde deberían sobrepasar a los hombres.

Sin embargo, puede argüirse que estas condicionantes deberían tener un efecto mayor si se miden a través de tests puntuales que si se consideran como desempeño general evaluado en un intervalo de tiempo mayor. En efecto, se ha mostrado que muchas de las características asociadas a un desempeño futuro exitoso no son capturadas por tests (Levin, 2012). Además, muchas de las características que los tests cognitivos capturan corresponden no a capacidades cognitivas reales, sino a capacidades no cognitivas o rasgos de personalidad (Borghans et al., 2011), que son relevantes para los resultados futuros pero que no corresponden específicamente a habilidades cognitivas. En este sentido, 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 dominio de las matemáticas.

Uno de los factores que produce que los tests subestimen las habilidades reales de ciertos estudiantes es la situación de amenaza psicológica al momento de la evaluación, experimentada por estudiantes negativamente estereotipados en ambientes académicos (Walton & Spencer, 2009). La amenaza de estereotipo se define como una situación en donde el miembro de un grupo social discriminado está en riesgo de confirmar, como una característica propia real, un estereotipo negativo sobre el grupo al que pertenece (Steele & Aronson, 1995). Lo que afecta el resultado en tests cognitivos y entrega una medida errónea de las verdaderas habilidades de grupos discriminados. En el ámbito educacional se han estudiado los efectos de la amenaza de estereotipo en los resultados en tests cognitivos,

encontrándose evidencia sobre sus efectos negativos en grupos discriminados por género, nivel socioeconómico, raza y religión.

Nguyen & Ryan (2008) encuentran en un meta análisis de 116 estudios experimentales efectos significativos de la amenaza de estereotipo en el desempeño en tests. Los estudios sobre amenaza de estereotipo han indagado en factores que están detrás de la relación entre amenaza y bajos resultados: (i) la relevancia del estereotipo es relativa a la situación de evaluación; (ii) la identificación de los individuos con el dominio evaluado (por ejemplo, la amenaza de estereotipo debería afectar a las mujeres que se identifican con las matemáticas, no a aquellas que no tienen interés en este dominio); (iii) la dificultad del test; y (iv) el tipo de estereotipo, el que varía entre distintos grupos negativamente estereotipados (por ejemplo, según género, nivel socioeconómico, raza, religión, migrantes y todas sus interacciones).

En el ámbito específico de los resultados en matemáticas, se han observado efectos negativos de la amenaza de estereotipo en las mujeres: en ambientes hostiles y estereotipados las mujeres disminuyen su desempeño en la resolución de problemas de matemáticas (Oswald & Harvey, 2000; Rivardo et al., 2011). La hipótesis de la amenaza de estereotipo permite establecer una relación entre los estereotipos de género en matemáticas y las brechas de género en resultados: Nosek et al. (2009) reportan, para una evaluación internacional, que los estereotipos nacionales sobre la relación entre género y ciencia explican gran parte de los resultados de estos países en tests de matemáticas y ciencia.

Sin embargo, la amenaza de estereotipo no es la única explicación para las brechas de género. El meta análisis de Stoet & Geary (2012) muestra algunas falencias en los estudios que han abordado los efectos de la amenaza de estereotipo. Por otro lado, la amenaza de estereotipo muestra efectos muy variados, por lo que deben considerarse interacciones con otras causas sociales de los bajos resultados de grupos discriminados (presentadas en la sección anterior) y analizar otras posibles causas de las brechas entre hombres y mujeres en matemáticas.

## 1.4. Género y pruebas competitivas

Lo que resulta interesante de la hipótesis de amenaza de estereotipo es que explicaría las brechas de género en matemáticas como un *artefacto*, es decir, un error en la medición producto de la interacción entre el instrumento de medición (tests) y la situación de evaluación. Por ejemplo, respecto de las diferencias de género en la capacidad de cognición espacial, a pesar de que existe evidencia de lo robusto de estas diferencias, Hyde (2014) muestra que esta evidencia proviene de tests que hacen que los participantes resuelvan problemas contra el tiempo. Cuando se elimina la presión del tiempo, hombres y mujeres exhiben resultados similares.

Una hipótesis alternativa que explica las brechas de género en matemáticas se basa en las diferencias de género observadas en la aversión al riesgo y las actitudes hacia la competencia. Existe evidencia robusta respecto de que la aversión al riesgo es mayor en las mujeres (Bertrand, 2011; Croson & Gneezy, 2009), lo que se relaciona con una

mayor autoconfianza de los hombres en diferentes tareas. Estas diferencias de género en la aversión al riesgo pueden afectar los resultados de hombres y mujeres en ambientes competitivos, y así explicar las diferencias en tests de matemáticas (Niederle & Vesterlund, 2010), que no se relacionan con una diferencia innata en las habilidades de hombres y mujeres.

Mientras que las diferencias de género en aversión al riesgo parecen tener un mayor componente biológico (Bertrand, 2011), las diferencias cuanto al desempeño en ambientes competitivos parecen tener una relación mayor con el rol de las mujeres en la sociedad. Gneezy et al. (2009) compararon las actitudes hacia la competencia en dos sociedades culturalmente distintas: los *Maasai* (Tanzania) que corresponden a una sociedad patriarcal tradicional, y los *Khasi* (India), una sociedad matrilineal donde las mujeres tienen una posición de dominancia. En ambas sociedades se realiza un experimento en donde se invita a participar en una tarea sencilla (lanzar una pelota en un cesto), y los sujetos del experimento pueden elegir un premio fijo por pelota encestada, o bien un premio tres veces mayor si compiten con un oponente y obtienen un mejor resultado. En la sociedad *Maasai* (patriarcal) un 50 % de los hombres eligió competir, mientras que sólo un 26 % de las mujeres escogió esta modalidad. Resultados que están en los rangos de las diferencias observadas en sociedades occidentales. En la sociedad *Khasi* (matrilineal) ocurrió lo contrario: sólo un 39 % de los hombres eligió competir, mientras que un 54 % de las mujeres prefirieron el torneo competitivo (Bertrand, 2011; Gneezy et al., 2009).

Este estudio ha sido frecuentemente citado para mostrar que las diferencias en competitividad según género tienen un fuerte componente social. La evidencia de diferencias de género en actitudes hacia la competencia muestra una importante variabilidad dependiendo del tipo de tarea (Dreber et al., 2014), nivel de desempeño de los participantes (Garratt et al., 2013), y el diseño institucional asociado a las mediciones (Niederle & Yestrumskas, 2008). Se ha sugerido que las diferencias de género en actitudes hacia la competencia podrían ya ser observables desde los 3 años de edad (Sutter & Rützler, 2010). Mientras que algunos estudios no encuentran diferencias de género en tareas competitivas (Dreber et al., 2011), otros sí encuentran diferencias que perjudican a las mujeres en ámbitos competitivos (Datta Gupta et al., 2005; De Paola et al., 2015; Niederle & Vesterlund, 2005).

Existe evidencia de una interacción entre el género de los participantes en pruebas competitivas y las actitudes de las mujeres hacia la competencia. En particular, se ha sugerido que las mujeres que provienen de escuelas no coeducacionales tienen actitudes similares hacia la competencia que los hombres (Booth et al., 2014; Booth & Nolen, 2012a,b; Booth, 2009), lo que refuerza la idea de que las diferencias tienen un origen cultural. Sin embargo, otros estudios no encuentran diferencias según el tipo de escuela de origen (Doris et al., 2013; Lee et al., 2014).

Evidencia experimental muestra que al participar de un torneo competitivo, los hombres aumentan su desempeño, mientras que las mujeres lo mantienen estable (respecto del test sin competencia), lo que aumenta las brechas de género (Gneezy et al., 2003). Estos resultados no se relacionan con diferencias en la aversión al riesgo. Se observó además que cuando las mujeres compiten en un torneo donde sólo participan mujeres, sí aumentan sus niveles de desempeño, lo que sugiere que las diferencias en contra de las mujeres

emergen en torneos competitivos donde participan hombres. [Gneezy & Rustichini \(2004\)](#) encuentran resultados similares: las evaluaciones competitivas mejoran el desempeño de los hombres, mientras que el desempeño de las mujeres se mantiene estable.

## 1.5. Pruebas competitivas, habilidad en matemáticas y brecha de género en STEM

La evidencia sobre género y competencia es robusta en indicar que en ambientes estereotipadamente masculinos, se observa una diferencia de género en la propensión a competir, entre hombres y mujeres con niveles de habilidad similar ([Niederle & Vesterlund, 2011](#)) lo que puede explicarse por una mayor autoconfianza de los hombres y diferentes actitudes de hombres y mujeres hacia la competencia.

La existencia de respuestas diferenciadas de hombres y mujeres a tests en ambientes competitivos puede tener importantes consecuencias en la observación de brechas de género. Las que pueden reflejar diferentes actitudes hacia la competencia más que diferencias reales de habilidad ([Niederle & Vesterlund, 2010](#)): esto es, las diferencias de género en tests competitivos de matemáticas podrían no replicarse en mediciones de habilidad en ambientes no competitivos.

Esto tiene importantes consecuencias para el acceso de las mujeres al ámbito de carreras STEM, acceso que frecuentemente está mediado por tests competitivos. [Ors et al. \(2013\)](#) analizan una cohorte de estudiantes que postulan al Magíster en Administración de la Escuela de Estudios Superiores de Comercio de Paris (HEC-Paris). Esta prestigiosa escuela de posgrado tiene una alta selectividad: para ingresar a sus programas los estudiantes ingresan a un proceso de selección conjunto con otras escuelas de negocios de Francia. Durante 2014, de los 8.392 estudiantes que participaron del proceso de selección, sólo un 4 % fueron seleccionados para proseguir estudios en HEC-Paris<sup>3</sup>. El programa de Magíster en Administración está considerado el primero en su tipo en los rankings europeos, y está asociado a importantes ingresos futuros. Los postulantes hombres de la cohorte estudiada obtuvieron resultados significativamente superiores en comparación a las mujeres en el test de ingreso a HEC-Paris (altamente competitivo), a pesar de que en la misma cohorte, el grupo de mujeres obtuvo mejores resultados en el examen nacional que se rinde al completar la educación secundaria ("*baccalauréat*", menos competitivo) y también su desempeño es superior en el primer año del programa de Magíster una vez que son admitidas ([Ors et al., 2013](#)).

[Jurajda & Münich \(2011\)](#) encuentran resultados similares al examinar el proceso de admisión a las universidades en República Checa. En este caso se comparan estudiantes de una cohorte que participó en un test cognitivo piloto al finalizar su educación secundaria, el cual no tenía consecuencias para los estudiantes, por lo que puede considerarse un test no competitivo. A continuación, se comparan los resultados de hombres y mujeres en los procesos de admisión a instituciones de educación superior. En el caso del sistema

---

<sup>3</sup>Ver "*Statistiques Sigem Classes prépas HEC*" (<http://bloom6.free.fr/index.html>)



universitario checo, cada institución aplica un proceso independiente para seleccionar a sus estudiantes. Los resultados permiten observar diferencias de género en los resultados de las pruebas de admisión en aquellas instituciones con una selectividad en torno al 19 % de los postulantes (el cuartil inferior de la distribución de selectividad), mientras que en las instituciones menos selectivas no se observaron brechas de género en los resultados, controlando por la medida de habilidad matemática que ofrece el test no competitivo disponible.

Finalmente, [Dayioglu & Türüt-Asik \(2007\)](#) analizan el desempeño de los estudiantes de la Middle East Technical University (METU) de Ankara, una de las universidades públicas más importantes de Turquía. El acceso a la educación superior turca está regulado por un test nacional que selecciona a los estudiantes. Usualmente sólo el 10 % de los estudiantes que rinde este test ingresa a algún programa de licenciatura, mientras que los estudiantes que ingresan a METU provienen generalmente del 1 % superior de resultados en el examen nacional. Esta universidad tiene un fuerte énfasis en ingeniería, y sólo el 37 % de la matrícula corresponde a mujeres. El análisis de los resultados muestra que las mujeres obtienen puntajes inferiores a los hombres en el selectivo test nacional de ingreso, e ingresan en menor proporción a METU. Sin embargo, sus resultados son significativamente superiores en los cursos obligatorios de inglés posteriores y en el promedio de notas acumulado de sus carreras.

La baja proporción de mujeres en carreras STEM está relacionada con otros factores además de los bajos resultados en tests de ingreso a la educación superior en el dominio de matemáticas: alta deserción de mujeres en carreras STEM, la existencia de importantes niveles de habilidad verbal en mujeres que tienen alta habilidad en matemáticas (lo que les permite escoger un abanico más amplio de áreas de estudio) y la penalización que recibe la carrera profesional de las mujeres que eligen ser madres en ocupaciones intensivas en matemáticas ([Ceci et al., 2009](#)). Las preferencias de carrera de las mujeres juegan un rol importante en la baja proporción de estas en STEM ([Ceci & Williams, 2010](#)), preferencias que están moldeadas no sólo por los resultados en tests de matemáticas –donde las mujeres tienen un sesgo en su contra– sino también por la discriminación institucional hacia las mujeres en el ámbito de las carreras STEM ([Moss-Racusin et al., 2012](#); [Zafar, 2013](#)).

Por otro lado, el acceso a carreras potencialmente más lucrativas –como es el caso de STEM– puede incluso afectar las perspectivas futuras de las mujeres en el “*mercado matrimonial*”: [Bertrand et al. \(2013\)](#) muestran que la aversión a que las mujeres tengan ingresos superiores a los hombres incide en que los matrimonios se formen entre parejas donde las mujeres tienen ingresos menores, y es más probable que esposas que potencialmente podrían alcanzar ingresos superiores, no se encuentren trabajando. Mientras, las parejas donde las mujeres tienen ingresos superiores a los de los hombres tienen menores niveles de satisfacción matrimonial y mayor probabilidad de divorciarse. Este efecto podría explicar por qué el aumento en años recientes del ingreso promedio de las mujeres de EE.UU. se haya visto acompañado de una declinación de las tasas de matrimonio. Finalmente, a pesar del aumento de la proporción de mujeres que acceden a la educación superior en carreras STEM, estas igualmente experimentan una brecha de salarios en comparación con hombres de igual calificación ([Weinberger, 1999](#)).

Como puede observarse, el acceso diferencial de las mujeres a carreras del ámbito STEM no sólo está determinado por los resultados en tests de matemáticas: el análisis de las preferencias de las mujeres muestra que estas pueden anticipar distintos factores que hacen compleja la elección de una carrera STEM. A lo que se suma el hecho de que muchas mujeres pueden subestimar sus reales habilidades en matemáticas, debido a la exposición a estereotipos de género desde sus primeros años, en el hogar y el sistema escolar.

Este trabajo analiza las brechas de género en matemáticas en una cohorte de estudiantes chilenos a través de distintas mediciones de habilidad cognitiva y desempeño. Revisamos los resultados en un test no competitivo de matemáticas, sin consecuencias para los estudiantes (SIMCE), un test de matemáticas altamente competitivo que determina el acceso a la educación superior (PSU), y una medida de desempeño adicional que no es un test: la retención en el primer año de educación superior en carreras STEM.

Además de las estimaciones para la población general, utilizamos una muestra de mellizos dicigóticos mixtos para controlar por factores no observables del hogar. Incorporamos además controles por características del hogar, de las escuelas, y de las carreras en educación superior (selectividad y retención promedio). También consideramos controles por características individuales de los estudiantes que son relevantes: autoeficacia general en los aprendizajes, autoeficacia en matemáticas, bienestar subjetivo y compromiso con los aprendizajes, así como medidas de involucramiento de los padres en los aprendizajes de los estudiantes.

Este trabajo representa un aporte a la luz de los estudios que han examinado el sesgo de las pruebas competitivas en matemáticas en la transición desde el sistema escolar al de educación superior: ninguno de los estudios revisados ([Dayioglu & Türüt-Asik, 2007](#); [Jurajda & München, 2011](#); [Ors et al., 2013](#)) analiza específicamente el desempeño en pruebas de matemáticas. Por otro lado, los estudios de [Jurajda & München \(2011\)](#) y [Dayioglu & Türüt-Asik \(2007\)](#) analizan en conjunto todas las áreas de estudio, y no especifican los resultados para STEM. El trabajo de [Dayioglu & Türüt-Asik \(2007\)](#) y el de [Ors et al. \(2013\)](#) sólo analizan una submuestra de estudiantes en determinados programas o universidades.

Los estudios anteriores se realizaron en el contexto de sistemas educativos que si bien presentan brechas de género significativas (Figura 1), son menores que las observadas en Chile: la brecha de género en matemáticas en PISA 2012 para los estudiantes chilenos fue tres veces la de Francia y Turquía, y más del doble de la de República Checa. Finalmente, se trata del primer trabajo que compara resultados en matemáticas en diferentes mediciones en la región latinoamericana, una de las que presenta los mayores niveles de inequidad de género en los resultados de matemáticas.

Nuestros resultados muestran que mientras que en la población general se observan brechas de género significativas en los tests de matemáticas competitivos (PSU) y no competitivos (SIMCE), y la varianza de los resultados de los hombres es mayor que la de las mujeres, en la muestra de mellizos no se observan brechas de género en el test no competitivo, pero sí en el test de ingreso a la educación superior PSU (altamente competitivo). No se observaron diferencias significativas en la varianza de los resultados de hombres y mujeres en la muestra de mellizos. Al analizar los resultados de retención en educación superior no se pudo considerar la muestra de mellizos por la baja cantidad de

casos. Sin embargo, en la población general –donde se encuentran las mayores brechas en SIMCE y PSU– se observa que las mujeres tienen una retención en primer año de carreras universitarias que es significativamente superior a los hombres, tanto en las carreras STEM como no STEM. Y que esta diferencia se mantiene en los niveles más altos de la distribución de resultados.

Esta evidencia sugiere que las brechas de género que se observan en los promedios en tests de matemáticas de los estudiantes chilenos podrían estar subestimando las habilidades cognitivas reales en matemáticas de las mujeres y sobreestimando las de los hombres. Los resultados de la muestra de mellizos indican que la alta competitividad de la Prueba de Selección Universitaria impide capturar la habilidad real en matemáticas de las mujeres que la rinden. Aun así, las mujeres que logran superar el sesgo de esta prueba, y sobreponerse a los estereotipos de género que penalizan su interés por las matemáticas, logran niveles de éxito (retención) superiores a los hombres. Incluso en los niveles más altos de la distribución de resultados en matemáticas.

Por otro lado, se observa una discrepancia del efecto del género al realizar estimaciones en la población general y en la muestra de mellizos. Estas diferencias pueden estar asociadas a variables no observables, a nivel de los hogares, las que podrían tener un impacto importante en las brechas de género observadas en el sistema escolar chileno.



# Capítulo 2

## Fuentes de información y estadísticas descriptivas

Se utilizaron datos sobre el sistema escolar chileno que abarcan tres dimensiones: resultados en test de matemáticas, matrícula en educación superior y características de los estudiantes y de sus hogares, provenientes del Ministerio de Educación de Chile, la Agencia de Calidad de la Educación y el Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educacional de la Universidad de Chile.

### 2.1. Resultados en pruebas estandarizadas de matemáticas

Las principales fuentes de información son las pruebas SIMCE y PSU:

#### **SIMCE**

Es el Sistema Nacional de Evaluación de Resultados de Aprendizaje de Chile, que realiza mediciones de carácter censal desde 1988 en el sistema escolar. Las pruebas estandarizadas SIMCE abarcan los dominios de lenguaje, matemáticas, ciencias y ciencias sociales en los niveles de primaria y secundaria.

A pesar de que se utiliza en forma extensiva como una medición de la calidad de las escuelas, consideramos que esta es una prueba no competitiva ya que sus resultados no tienen consecuencias para las calificaciones o promoción de los estudiantes. Por otro lado, ni estudiantes ni apoderado ni docentes, tienen acceso al puntaje específico obtenido por cada estudiante. El SIMCE es administrado por la Agencia de Calidad de la Educación (Chile).

#### **PSU**

Es la Prueba de Selección Universitaria, que determina el acceso a la educación superior en Chile. Evalúa los dominios de Lenguaje, Matemáticas, Ciencias (los estudiantes pueden elegir una subsección de Biología, Química o Física) e Historia, basado en el curriculum de la educación secundaria. Además incorpora un puntaje

de Notas de Enseñanza Media (NEM) que corresponde a una estandarización del conjunto de las notas de los estudiantes en la educación secundaria.

Consideramos que se trata de una prueba competitiva: las universidades y carreras más prestigiosas buscan captar a los estudiantes que obtienen los mejores puntajes, de modo que los estudiantes deben competir entre ellos para alcanzar los mejores resultados e ingresar a las carreras e instituciones más selectivas. Las instituciones que captan a los estudiantes de mejores resultados obtienen además un subsidio del Estado (Aporte Fiscal Indirecto - AFI). El puntaje PSU también incide en la obtención de becas de excelencia académica.

Además de estas características, la aplicación de la prueba PSU resalta también su carácter competitivo: es una prueba de carácter nacional y que se rinde una vez al año en forma simultánea (a partir de 2011 sus resultados pueden ser usados en dos procesos consecutivos de selección). El interés en la prueba no sólo abarca a los estudiantes y sus familias: los días que se rinde esta prueba concitan interés de la prensa, la que hace despachos en directo y convierte la aplicación de la PSU en un evento de impacto nacional. Lo mismo sucede el día que se entregan los resultados de las pruebas PSU. La presión por alcanzar resultados importantes en esta prueba acompaña a los estudiantes durante toda su educación secundaria, especialmente aquellos que tienen expectativas de ingresar a las carreras e instituciones más prestigiosas. Existe incluso un boyante mercado de instituciones (Preuniversitarios) que ofrecen cursos de preparación a los estudiantes para mejorar sus puntajes PSU. La PSU es administrada por el Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educacional (DEMRE), dependiente de la Universidad de Chile.

Respecto de la construcción de preguntas y su relación con género, ni en SIMCE 2010 ni en PSU 2013 existió un procedimiento especial de adecuación de género de las preguntas de matemáticas, por lo que deberían ser equivalentes en el sesgo de género implícito en sus preguntas de matemáticas. Que pueden ser relevantes: en el caso de la prueba PSU, un informe encargado en 2012 por el Ministerio de Educación de Chile y el Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas mostró la presencia de sesgos de género en las preguntas de matemáticas ([Pearson Education Inc., 2013](#)).

## 2.2. Retención en educación superior

Para la construcción del indicador de retención en educación superior se utilizaron las bases de datos de matrícula en educación superior del Ministerio de Educación. Consideramos que la retención en educación superior corresponde a una medida de habilidad o desempeño con características distintas a un test o prueba: la permanencia en los estudios superiores no refleja solo el desempeño ante una prueba específica, sino que involucra distintas acciones en un periodo extendido de tiempo, lo que permite una expresión dinámica y de mayor complejidad de las habilidades de los estudiantes.

Por otro lado, no se trata de una situación competitiva, ya que en general las carreras e

instituciones de educación superior no utilizan la promoción en primer año como un mecanismo de selección de estudiantes: se espera que todos los estudiantes puedan continuar estudios una vez matriculados. Por otro lado, el proceso de nacional de acreditación de programas de educación superior le da importancia al nivel de retención de estudiantes de los programas e instituciones evaluadas.

### **2.3. Características de los estudiantes, hogares y notas de matemáticas**

Las pruebas SIMCE y PSU incluyen cuestionarios que permiten conocer las características socioeconómicas de los estudiantes y sus hogares. En particular se ocuparon estos instrumentos para obtener información sobre los ingresos y nivel educacional de los hogares, y también para construir indicadores de autoeficacia en los aprendizajes, bienestar, expectativas y esfuerzo de los estudiantes, e inversión y expectativas de los apoderados. Además se utilizaron las notas de la asignatura de matemáticas de cuarto medio, a partir de información del Ministerio de Educación.

### **2.4. Mellizos mixtos**

Una estrategia para enfrentar –en parte– el problema de variables omitidas en las estimaciones de brechas de género es el uso de comparaciones entre mellizos mixtos. Los mellizos dicigóticos no comparten el mismo contenido genético (su semejanza es la misma que tendrían dos hermanos nacidos en diferente momento), sin embargo comparten semejantes características de sus hogares. En este sentido, se trata de individuos de diferente genotipo pero semejante ambiente, lo que permite mejorar el control de las características del hogar en las estimaciones. A partir de información de DEMRE se cuenta con la identificación de mellizos mixtos que han rendido la prueba PSU desde el año 2005. Esta información proviene del autoreporte de los estudiantes que se inscriben en esta prueba.

La información de DEMRE permitió identificar 224 casos de mellizos mixtos. De acuerdo a información del Ministerio de Salud, el año 1994 –año de nacimiento de la mayoría de los estudiantes de la cohorte analizada– nacieron en Chile 4.256 niños y niñas en partos dobles, lo que representó el 1,6 % del total de nacimientos (MINSAL, 2015). De estos casos, pudimos estimar que unos 884 correspondieron a mellizos mixtos. A nivel nacional sólo un 40 % de los estudiantes que rindieron SIMCE 2010 también participaron en PSU 2013. Si aplicamos esta misma proporción a los mellizos mixtos, deberíamos haber encontrado un total de 352 casos de mellizos participando en el proceso PSU 2013, de manera que la proporción de mellizos que reporta DEMRE representa un 63 % de los mellizos mixtos que deberían haberse encontrado.

Esto, sin embargo, no considera otros factores que podrían haber disminuido esta cantidad *real* de mellizos mixtos: en particular, no consideramos las tasas de mortalidad

infantil y adolescente y de deserción y rezago escolar para estimar la cantidad de mellizos mixtos reales. En las secciones siguientes se discuten las implicancias de la construcción de la muestra de mellizos para este estudio.

## 2.5. Cohorte de estudio

La Tabla 2.1 presenta la información disponible para diferentes cohortes de estudiantes, identificadas según el año de egreso de la educación secundaria. La información de PSU y matrícula de educación superior tienen carácter anual. Sin embargo, la aplicación de la prueba SIMCE en 2º Medio no es anual en el periodo 2005–2014. Además, el cuestionario a estudiantes de SIMCE es de reciente aplicación (en los ítems de interés a este trabajo). Esto limita el grupo de estudiantes para los que existe información. En particular, este trabajo analiza la cohorte de estudiantes que egresaron en 2012 de Educación Media y se matricularon en 2013 en Educación Superior. Estos estudiantes rindieron los tests SIMCE en 2010 a los 15 años y luego las pruebas PSU en Diciembre de 2012 (a los 17 años), pudiendo postular a ingresar en 2013 a primer año en algún programa de educación superior.

## 2.6. Descripción de la muestra

Las Tablas 2.2 y 2.3 presentan los resultados para la muestra completa de estudiantes y para la submuestra de mellizos en las pruebas SIMCE y PSU, así como sus notas en matemáticas, promedio de notas de la enseñanza media, proporción de mujeres y proporción de estudiantes que postularon a la educación superior. Se puede observar que la muestra de mellizos tiene mejores resultados promedio en las pruebas SIMCE y PSU: en particular en matemáticas, la muestra de mellizos tiene 65 y 100 puntos de ventaja en SIMCE y PSU, respectivamente. También se observan mejores notas en la enseñanza media y en la asignatura de matemáticas en cuarto medio. Además, mientras que sólo un 46 % de los estudiantes de la muestra general postularon a la educación superior, en la muestra de mellizos esta proporción aumenta a un 60 %. Al comparar sólo a los estudiantes que postularon a la educación superior, en ambas muestras, se aprecia que las diferencias en los resultados se reducen, pero siguen siendo favorables a la muestra de mellizos.

Estas diferencias están dadas por la composición socioeconómica de la muestra de mellizos (Tablas 2.4 y 2.5) la que proviene de hogares con mayores niveles de ingreso y de educación que la muestra completa. Existen varios factores que inciden en esta diferencia en las distribuciones: *i*) el nacimiento de mellizos está asociado a mujeres que tienen hijos a mayor edad y también al uso de tratamientos de reproducción asistida (Aston et al., 2008; Pison & D'Addato, 2006); *ii*) los embarazos múltiples representan mayores cuidados y costos, por lo que es más probable que hogares de ingresos altos los lleven a término (Bhalotra & Clarke, 2015); y *iii*) el dato de mellizos se recolectó a través de autoreporte: los postulantes debían identificar en un formulario la identidad de sus madres

(a través del RUT), pero esta información no tenía carácter obligatorio, por lo que existen casos sin datos completos. La probabilidad de completar un formulario de autoreporte es mayor en personas que provienen de estratos más educados.

En general los estudios con mellizos tienen un problema de representatividad de sus resultados. Sin embargo, en nuestro caso la presencia de una muestra de mellizos que tiene mejores resultados en distintas mediciones, y particularmente en matemáticas, es una ventaja ya que permitirá analizar la brecha de género en los niveles altos de la distribución de rendimiento de los estudiantes.

## 2.7. Covariables

### 2.7.1. Estudiantes

La información del cuestionario de estudiantes de 2º Medio de la prueba SIMCE 2010 permite contar con una serie de características personales de los estudiantes, que tienen que ver su autoeficacia en los aprendizajes, bienestar general, inversión en su propio conocimiento y expectativas.

#### **Autoeficacia en los aprendizajes (general y en matemáticas)**

Se cuenta con información que permitió construir indicadores de autoeficacia en los aprendizajes generales y autoeficacia en los aprendizajes de matemáticas. La autoeficacia puede definirse como la creencia en el valor de la propia habilidad para resolver una tarea o alcanzar un objetivo.

La Figura 2.1 presenta los resultados de autoeficacia general en los aprendizajes y la Figura 2.2 muestra los resultados de autoeficacia en los aprendizajes de matemáticas. Las diferencias según género en todos los indicadores son significativas. En cuanto a autoeficacia general, se observa que no existen diferencias importantes entre hombres y mujeres, excepto en las categorías que dicen relación con la perseverancia y prolijidad en la realización de tareas: las mujeres tienen niveles mayor de acuerdo en las categorías *“Hago las tareas aunque me resulten difíciles”*, *“Durante las clases tomo apuntes de todo lo que nos enseñan”*, *“Me gusta estudiar para las pruebas”* y tienen menor porcentaje de acuerdo en la categoría *“Mis cuadernos casi siempre están incompletos”*, en comparación con los hombres.

Por otro lado, si se observa la autoeficacia en matemáticas, existen diferencias más claras según sexo. Las mujeres estiman que tienen peores notas en matemáticas, que las matemáticas les cuestan más que al resto, creen que es una materia más difícil y que les entretiene menos, en comparación con sus compañeros hombres. Sin embargo, la misma proporción de hombres y mujeres cree que les puede ir bien en matemáticas si es que estudian.

Las diferencias en las características de autoeficacia muestran que las mujeres en promedio reportan mayores niveles de autoeficacia general, lo que se traduce en

mayor perseverancia y prolijidad, mientras que tienen una actitud muy distinta hacia sus capacidades en matemáticas, en particular, tienen menos confianza en sus capacidades, aunque creen que a través del estudio pueden alcanzar buenos resultados.

### **Bienestar subjetivo**

El cuestionario SIMCE 2010 de estudiantes entrega información para una serie de indicadores sobre bienestar subjetivo de los estudiantes. Estos indicadores cubren aspectos relativos a la motivación, percepción sobre la condición de salud física y mental y bienestar general. Los indicadores de bienestar son relevantes ya que tienen un impacto en el rendimiento académico de los estudiantes. Además, se observan diferencias importantes en estos indicadores entre hombres y mujeres (Zahn-Waxler et al., 2008).

La Figura 2.3 presenta los resultados en los diferentes ítems de hombres y mujeres. Todas las diferencias según género en los indicadores son significativas. En general se aprecia en todos un menor nivel de bienestar subjetivo en las mujeres. Existen diferencias particularmente importantes en los ítems: *“Te has sentido muy enfermo”*, *“Te sientes mareado”*, *“Tienes problemas para comer o falta de apetito”*, *“Te sientes muy triste, deprimido o bajoneado”*, *“Tienes problemas para relajarte”*. Por otro lado, aparentemente no existen diferencias entre hombres y mujeres en su motivación (ítem *“Sientes que las cosas no te motivan, te cuesta interesarte por algo”*)

### **Inversión en los aprendizajes (trabajo en el hogar y libros leídos)**

Se utilizaron dos indicadores de nivel de inversión de los estudiantes en sus propios aprendizajes: días a la semana (de Lunes a Viernes) en que el estudiante estudia o realiza tareas o trabajos fuera del horario escolar, y libros leídos por iniciativa propia (que no hayan sido asignados en la escuela) en los últimos 6 meses. Se observa que la mayoría de los estudiantes realizan algún tipo de trabajo escolar fuera del horario de la escuela: casi un 60 % destina 1 o 2 días a la semana a esto, y un 35 % destina 2 o 4 días o todos los días de la semana.

Cuando se compara el tiempo invertido por los estudiantes según género, se observa que dos tercios de los estudiantes que no dedican tiempo a estudiar o a hacer tareas fuera del horario escolar son hombres. Mientras que esta relación se invierte cuando observamos a los estudiantes que todos los días realizan algún tipo de trabajo escolar fuera del horario de clases: sólo un tercio son hombres. Las mujeres superan también a los hombres en el grupo de 2 a 4 días a la semana (Figuras 2.4 y 2.5).

En cuanto a los libros leídos, casi dos tercios de los estudiantes declaran haber leído al menos 1 libro por iniciativa propia en los últimos meses (Figura 2.6), y más de 25 % indican haber leído 3 libros o más. La comparación por género (Figura 2.7) no muestra diferencias tan claras como el indicador anterior, pero muestra de todas maneras que la inversión en educación es mayor entre las mujeres: del total de estudiantes que declaran no haber leído ningún libro, 55 % son hombres y 44 % mujeres.

### **Expectativas**

Se consideran también las expectativas de los estudiantes sobre estudios futuros. So-

bre el 90 % de los estudiantes que rindieron SIMCE 2010 esperan completar estudios de educación superior, y un 85 % espera completar una carrera en una universidad (Figura 2.8). Sólo un 11 % de los estudiantes tiene como expectativa completar la educación secundaria y no proseguir estudios.

Respecto de las diferencias según género, se observa que el grupo minoritario de estudiantes que tiene bajas expectativas (no completar o completar educación secundaria) corresponde mayoritariamente a hombres (Figura 2.9). Por otro lado, respecto de los estudiantes que esperan completar estudios de educación superior, la proporción según género es más equilibrada, aunque se observa que las mujeres tienen menor representación (47 %) entre quienes esperan completar una carrera en un Centro de Formación Técnica o Instituto Profesional (CFT o IP) mientras que la proporción de mujeres es mayor entre quienes esperan completar una carrera universitaria (53 %).

### **Coeducación**

Una parte de la literatura sobre género y competencia examina el efecto de las escuelas no coeducacionales en la competitividad de las mujeres. El dato sobre coeducación está disponible para todos los estudiantes que se inscribieron en la PSU 2013 (Tabla 2.6). Un 87 % de los estudiantes asiste a establecimientos coeducacionales. La proporción de estudiantes que asisten a establecimientos que no son mixtos es mayor en el caso de las mujeres (13,9 %) que de los hombres (10,0 %).

### **Escalas de Autoeficacia y Bienestar Subjetivo**

Para analizar la información de los indicadores de autoeficacia y bienestar se generaron escalas para cada una de estas variables usando un modelo estructural (análisis factorial confirmatorio – CFA). La Tabla 2.7 presenta los estadísticos de cada escala generada, y las Figuras 2.10, 2.11 y 2.12 muestran los modelos estimados. La Figura 2.13 muestra la distribución final de cada escala según género.

## **2.7.2. Padres y hogares**

Además de variables de caracterización de los estudiantes se utilizan variables relativas a los padres y hogares de los estudiantes: nivel educacional, ingresos, inversión de los padres en los aprendizajes de los estudiantes y expectativas educativas sobre los estudiantes.

### **Nivel educacional del hogar**

A partir de los datos del Cuestionario de Padres de SIMCE 2010 se obtuvo la información sobre el nivel educacional más alto alcanzado por alguno de los padres (Figura 2.14).

### **Ingresos del hogar**

La Figura 2.15 presenta la distribución de hogares de acuerdo a ingreso total mensual del hogar (SIMCE 2010, Cuestionario de Padres).

### **Inversión de los padres**

Se consideraron distintas actividades de apoyo o inversión en los aprendizajes de los



estudiantes, realizadas por los padres o apoderados (Figura 2.16). Estas provienen del Cuestionario de Estudiantes de SIMCE 2010, de modo que corresponden al reporte de las actitudes de los padres o apoderados realizado por los estudiantes (no es autoreporte). Existen diferencias significativas según género en todos los indicadores, excepto en *“Me reta cuando me saco malas notas”*.

### **Expectativas de los padres**

A partir de cuestionario de Padres de SIMCE 2010 se incorporaron las expectativas respecto de las oportunidades educativas futuras de los estudiantes (Figura 2.17 y Figura 2.18). Se observa que del mismo modo que ocurre con los estudiantes, la mayoría de los padres creen que sus hijos accederán a estudios superiores, y las expectativas respecto de las mujeres son más altas en comparación que con los hombres.

### **Escala de Inversión de los Padres**

Del mismo modo que se realizó con las escalas a nivel de estudiantes, se construyó una escala de inversión de los padres usando análisis factorial confirmatorio. En Tabla 2.8 se presentan los estadísticos de la escala, el modelo se muestra en la Figura 2.19, y en la Figura 2.20 se puede observar la distribución por género de la escala.



Tabla 2.1: Cohortes de egreso e información disponible

COHORTE Egreso 4ºM	SIMCE Puntajes	SIMCE Cuestionario	NOTAS 4ºM	PSU Puntajes	DEMRE Mellizos	MINEDUC Retención
2014	2012	2012	2014	2015	2015	
2013			2013	2014	2014	
<b>2012</b>	<b>2010</b>	<b>2010</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2013</b>	<b>2013</b>
2011			2011	2012	2012	2012
2010	2008			2011	2011	2011
2009				2010	2010	2010
2008	2006			2009	2009	2009
2007			2007	2008	2008	2008
2006				2007	2007	2007
2005	2003			2006	2006	

*Nota:* : Para cada cohorte se reporta el año de la información disponible. Espacios en blanco indican que la información no existe o no está disponible. Se destaca en negrita la cohorte analizada en este trabajo.

Tabla 2.2: Descriptivos muestra completa y muestra de mellizos (todos los estudiantes)

	Muestra Completa				Muestra Mellizos			
	Media	N	Mín	Máx	Media	N	Mín	Máx
Es mujer	0,49 (0,49)	523930	0	1	0,50 (0,50)	224	0	1
Lectura SIMCE 2010	259,2 (51,1)	222872	109	397	287,5 (48,1)	224	137	382
Matemáticas SIMCE 2010	256,2 (62,04)	223376	106	417	294,4 (56,41)	224	139	417
Nota Matemáticas 4to Medio 2012	5,1 (0,94)	197115	0,0	7,0	5,5 (0,91)	224	3,3	7,0
Promedio Notas EM 2013	5,6 (4,87)	235027	1,0	7,0	5,8 (4,6)	224	4,8	6,9
Puntaje NEM PSU 2013	537,5 (99,62)	235024	208	826	570,4 (94,36)	224	376	805
Lenguaje PSU 2013	500,2 (108,69)	235314	150	850	528,5 (111,97)	224	254	789
Matemáticas PSU 2013	500,2 (109,38)	233553	150	850	544,6 (110,99)	224	223	834
Postula a ES 2013	0,46 (0,49)	237432	0	1	0,61 (0,48)	224	0	1

Nota: : Errores estándar entre paréntesis.

Tabla 2.3: Descriptivos muestra completa y muestra de mellizos (sólo estudiantes que postulan a ES en 2013)

	Muestra Completa				Muestra Mellizos			
	Media	N	Mín	Máx	Media	N	Mín	Máx
Es mujer	0,52 (0,49)	110376	0	1	0,52 (0,5)	138	0	1
Lectura SIMCE 2010	299,8 (41,08)	63435	109	397	306,4 (40,49)	138	137	382
Matemáticas SIMCE 2010	309,6 (49,68)	63466	107	417	321,0 (41,13)	138	193	417
Nota Matemáticas 4to Medio 2012	5,6 (0,89)	69058	1,5	7,0	5,7 (0,9)	138	3,5	7,0
Promedio Notas EM 2013	5,8 (4,65)	109968	1,0	7,0	5,9 (4,34)	138	5,1	6,9
Puntaje NEM PSU 2013	582,0 (95,43)	109966	213	826	602,5 (89,44)	138	435	805
Lenguaje PSU 2013	569,2 (86,14)	110013	197	850	583,6 (81,19)	138	373	789
Matemáticas PSU 2013	570,8 (87,84)	109991	188	850	602,8 (81,44)	138	327	834

Nota: : Errores estándar entre paréntesis.

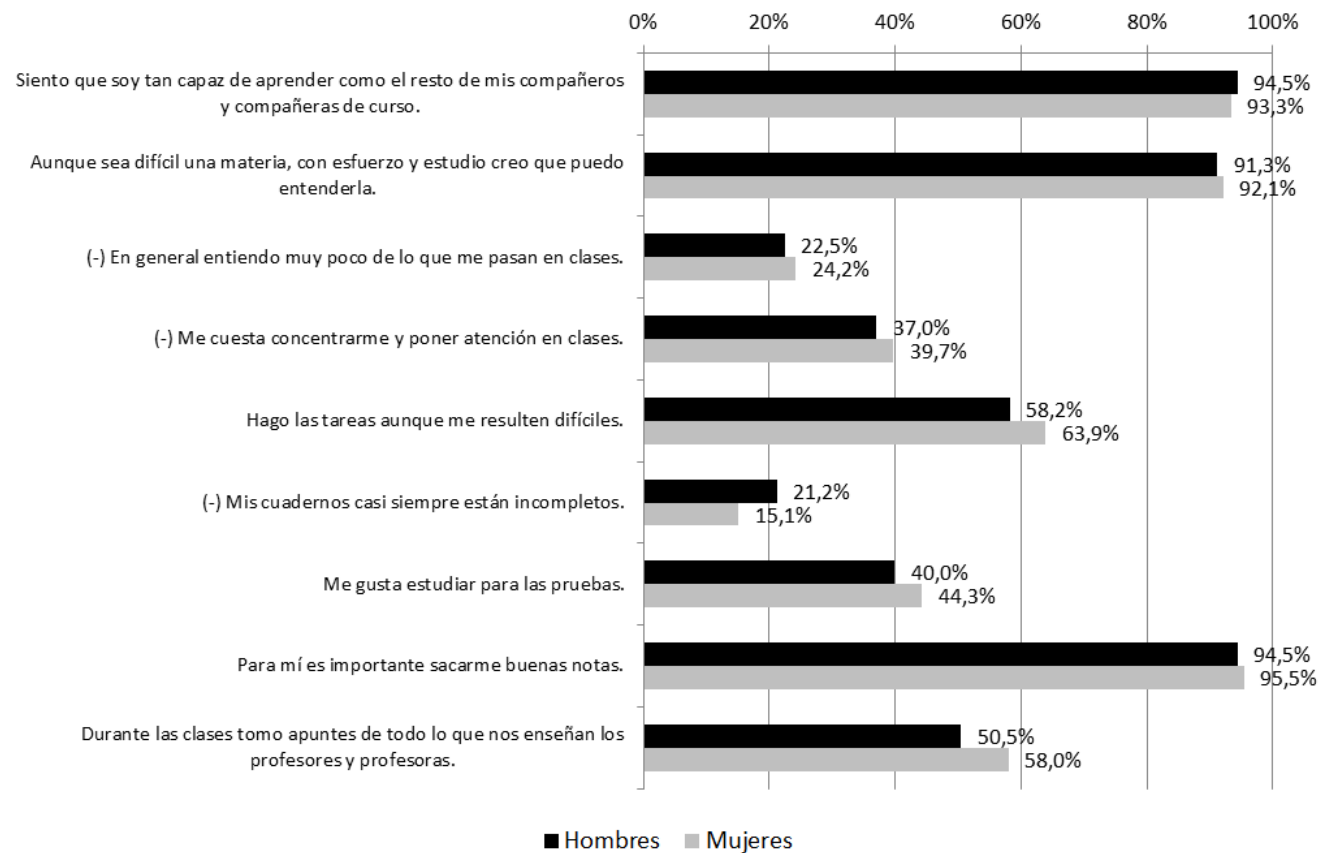
Tabla 2.4: Mayor nivel educacional alcanzado por uno de los padres, SIMCE 2010 2º Medio, Chile

	<b>Muestra Completa</b>	<b>Muestra Mellizos</b>
Sin estudios	0,8 %	0,0 %
Básica completa o incompleta	15,6 %	3,8 %
Media completa o incompleta	49,3 %	39,2 %
Educación superior completa o incompleta	31,6 %	50,9 %
Postgrado	2,8 %	6,1 %
Total	100,0 %	100,0 %
N	200207	212

Tabla 2.5: Ingresos mensuales totales (suma) del hogar, SIMCE 2010 2º Medio, Chile

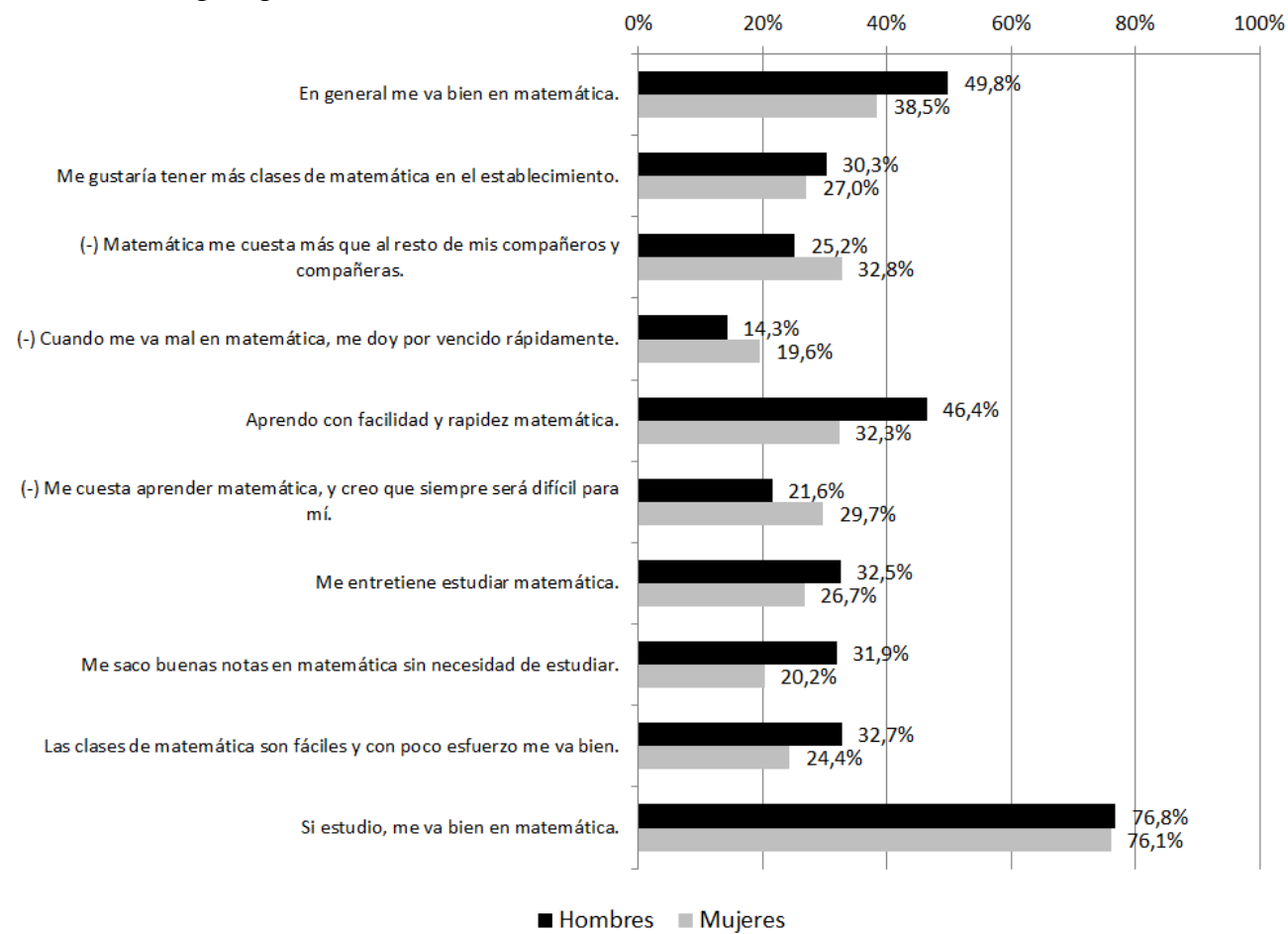
	<b>Muestra Completa</b>		<b>Muestra Mellizos</b>	
	%	% cum.	%	% cum.
Menos de \$100.000	9,5 %	9,5 %	6,6 %	6,6 %
\$100.001 a \$200.000	26,8 %	36,3 %	12,3 %	18,9 %
\$200.001 a \$300.000	18,6 %	54,9 %	14,2 %	33,0 %
\$300.001 a \$400.000	10,7 %	65,6 %	9,4 %	42,5 %
\$400.001 a \$500.000	7,0 %	72,6 %	7,1 %	49,5 %
\$500.001 a \$600.000	5,1 %	77,7 %	6,1 %	55,7 %
\$600.001 a \$800.000	4,5 %	82,2 %	6,6 %	62,3 %
\$800.001 a \$1.000.000	3,6 %	85,8 %	3,3 %	65,6 %
\$1.000.001 a \$1.200.000	5,1 %	90,9 %	8,0 %	73,6 %
\$1.200.002 a \$1.400.000	1,5 %	92,4 %	4,3 %	77,8 %
\$1.400.001 a \$1.600.000	1,0 %	93,4 %	2,4 %	80,2 %
\$1.600.001 a \$1.800.000	0,7 %	94,1 %	4,3 %	84,4 %
\$1.800.001 a \$2.000.000	0,9 %	95,0 %	3,8 %	88,2 %
\$2.000.001 a \$2.200.000	0,8 %	95,8 %	2,8 %	91,0 %
Sobre \$2.200.000	4,2 %	100,0 %	9,0 %	100,0 %
Total	100,0 %		100,0 %	
N	200621		212	

Figura 2.1: Autoeficacia general en los aprendizajes: “Pensando en tu experiencia en tu establecimiento ¿cuán de acuerdo estás con las siguientes frases?” (% Muy de acuerdo o de acuerdo), según género, SIMCE 2010



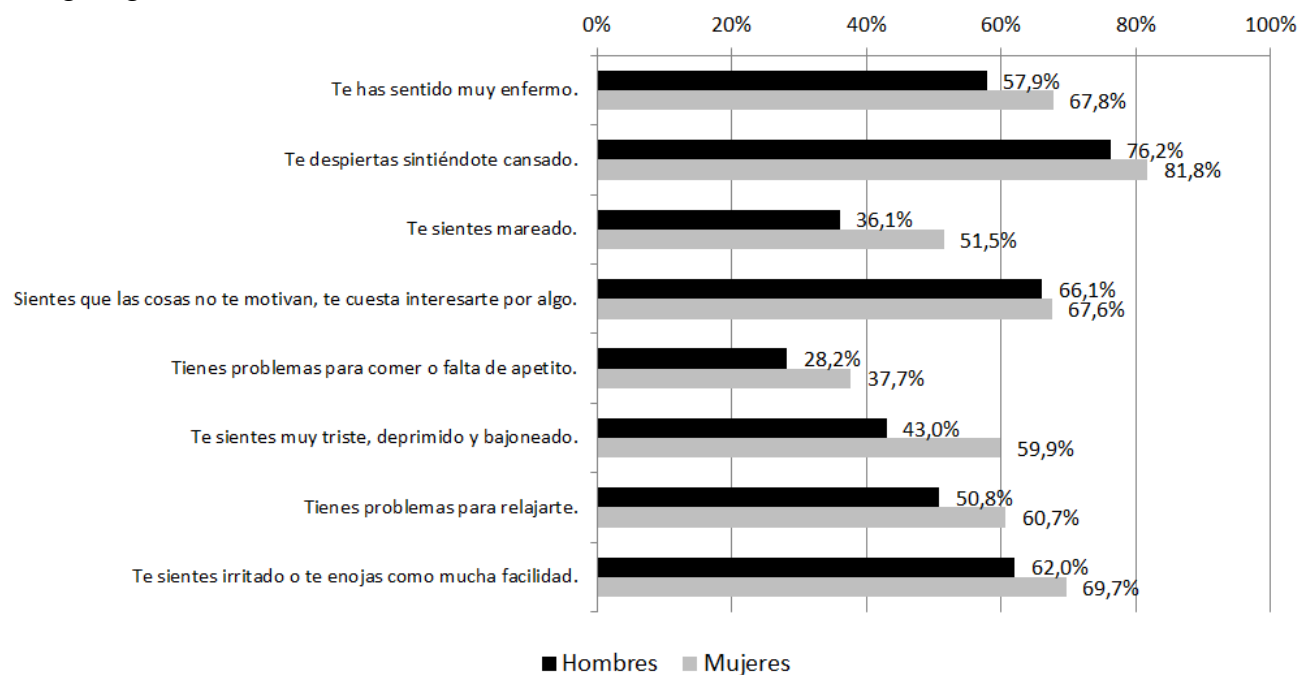
Nota: (-) señala que el indicador está en sentido inverso. Porcentajes indican respuesta en sentido positivo. Todas las diferencias son significativas entre hombres y mujeres.

Figura 2.2: Autoeficacia en Matemáticas: “Pensando ahora en cómo te va en Matemática, ¿cuán de acuerdo estás con las siguientes frases?” (% Muy de acuerdo o de acuerdo), según género, SIMCE 2010



Nota: (-) señala que el indicador está en sentido inverso. Porcentajes indican respuesta en sentido positivo. Todas las diferencias son significativas entre hombres y mujeres.

Figura 2.3: Bienestar Subjetivo: “En el último mes, ¿con qué frecuencia te han sucedido las siguientes situaciones?” (% siempre o casi siempre y algunas veces), según género, SIMCE 2010.



Nota: Todas las diferencias son significativas entre hombres y mujeres.

Figura 2.4: “ ¿Cuántos días a la semana de lunes a viernes haces las siguientes actividades fuera del horario escolar? Estudiar, hacer tareas o trabajos escolares”, muestra completa, SIMCE 2010.

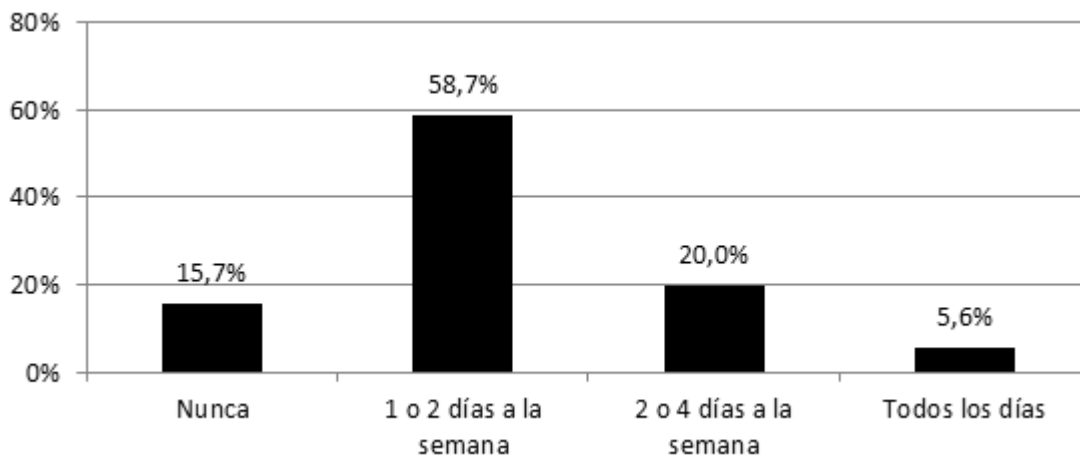


Figura 2.5: “ ¿Cuántos días a la semana de lunes a viernes haces las siguientes actividades fuera del horario escolar? Estudiar, hacer tareas o trabajos escolares”, según género, SIMCE 2010.

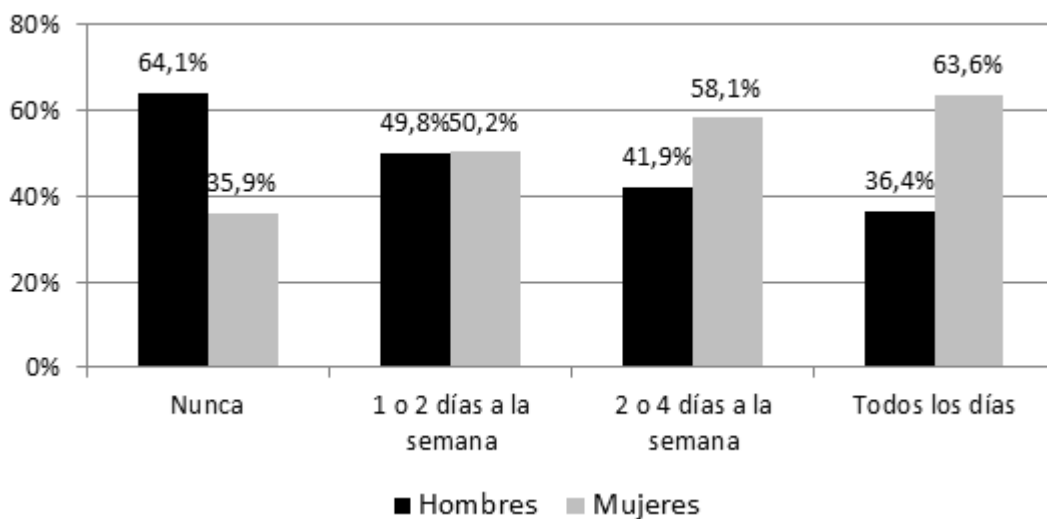


Tabla 2.6: Coeducación en 4º Medio y género, estudiantes inscritos en PSU 2013.

	Hombres	Mujeres	Total
Establecimiento Coeducacional	90,0 %	86,1 %	87,9 %
Establecimiento No Coeducacional	10,0 %	13,9 %	12,1 %
Total	100,0 %	100,0 %	100,0 %
N	110.923	124.520	235.443



Figura 2.6: “En los últimos 6 meses, ¿cuántos libros has leído por iniciativa propia, y que no te hayan pedido leer en el establecimiento?”, muestra completa, SIMCE 2010.

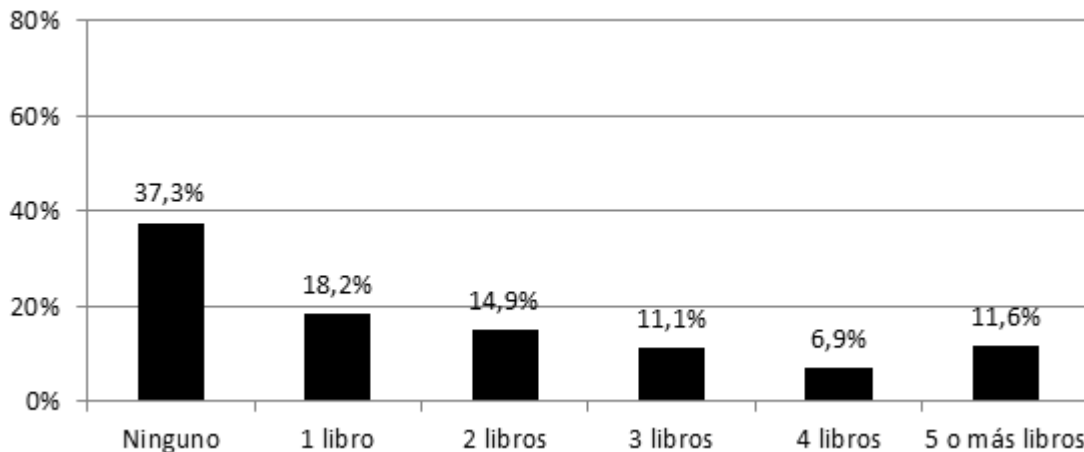


Figura 2.7: “En los últimos 6 meses, ¿cuántos libros has leído por iniciativa propia, y que no te hayan pedido leer en el establecimiento?”, según género, SIMCE 2010.

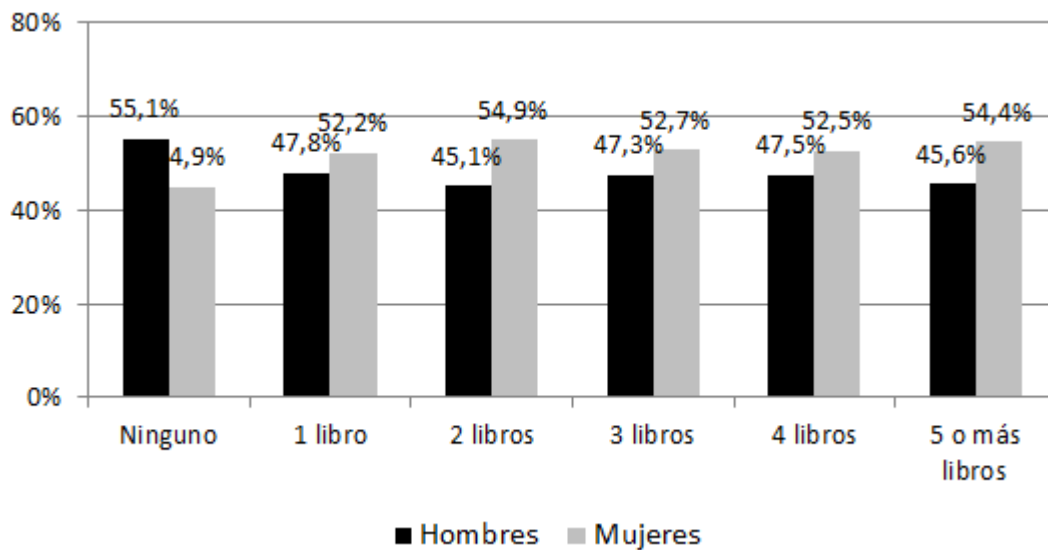


Figura 2.8: “Pensando en el futuro, ¿cuál es el nivel de educación más alto que crees que vas a poder completar?”, muestra completa, SIMCE 2010.

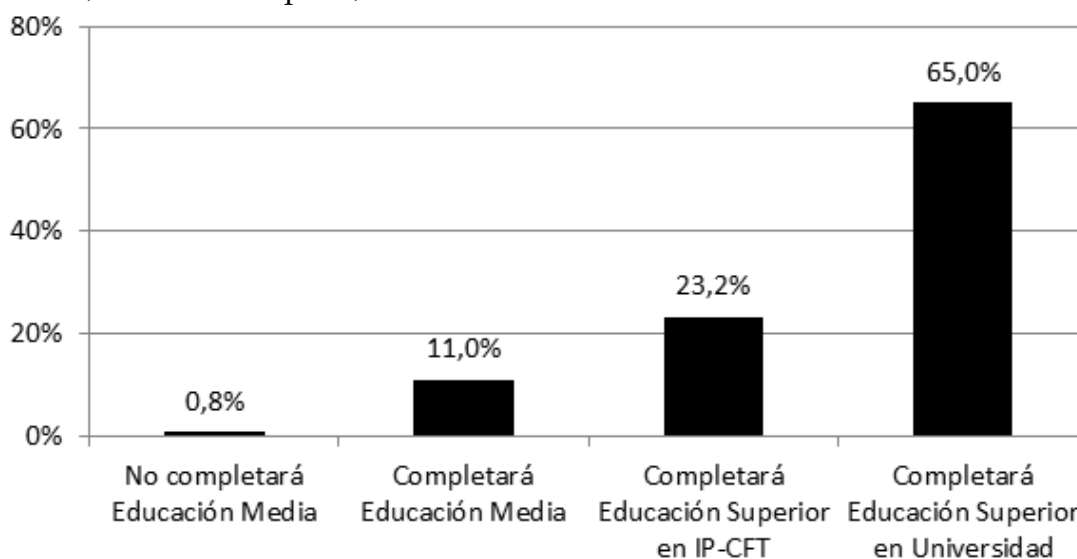


Figura 2.9: “Pensando en el futuro, ¿cuál es el nivel de educación más alto que crees que vas a poder completar?”, según género, SIMCE 2010.

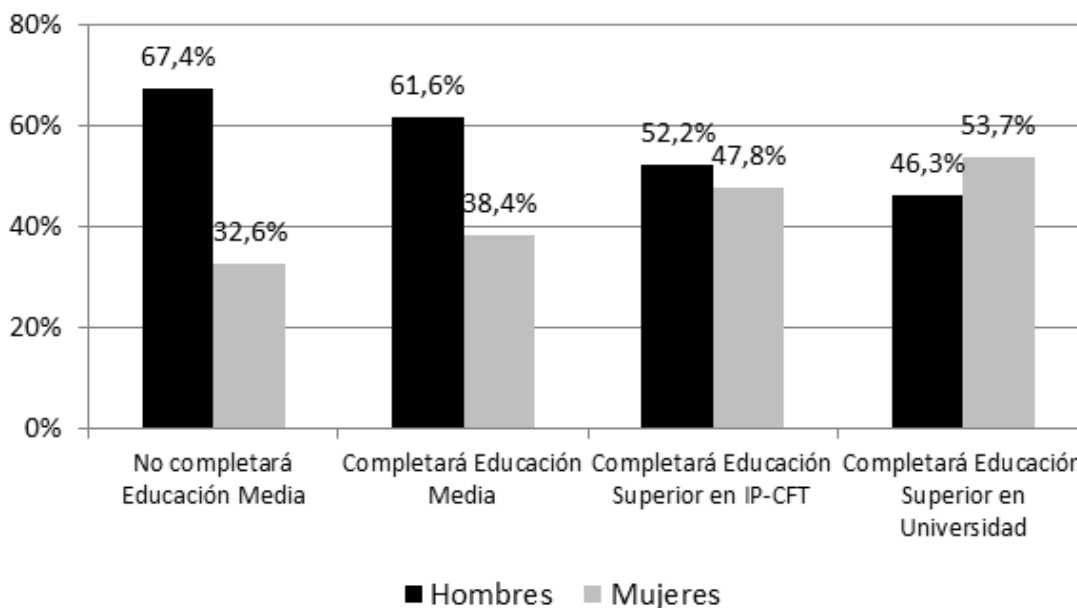
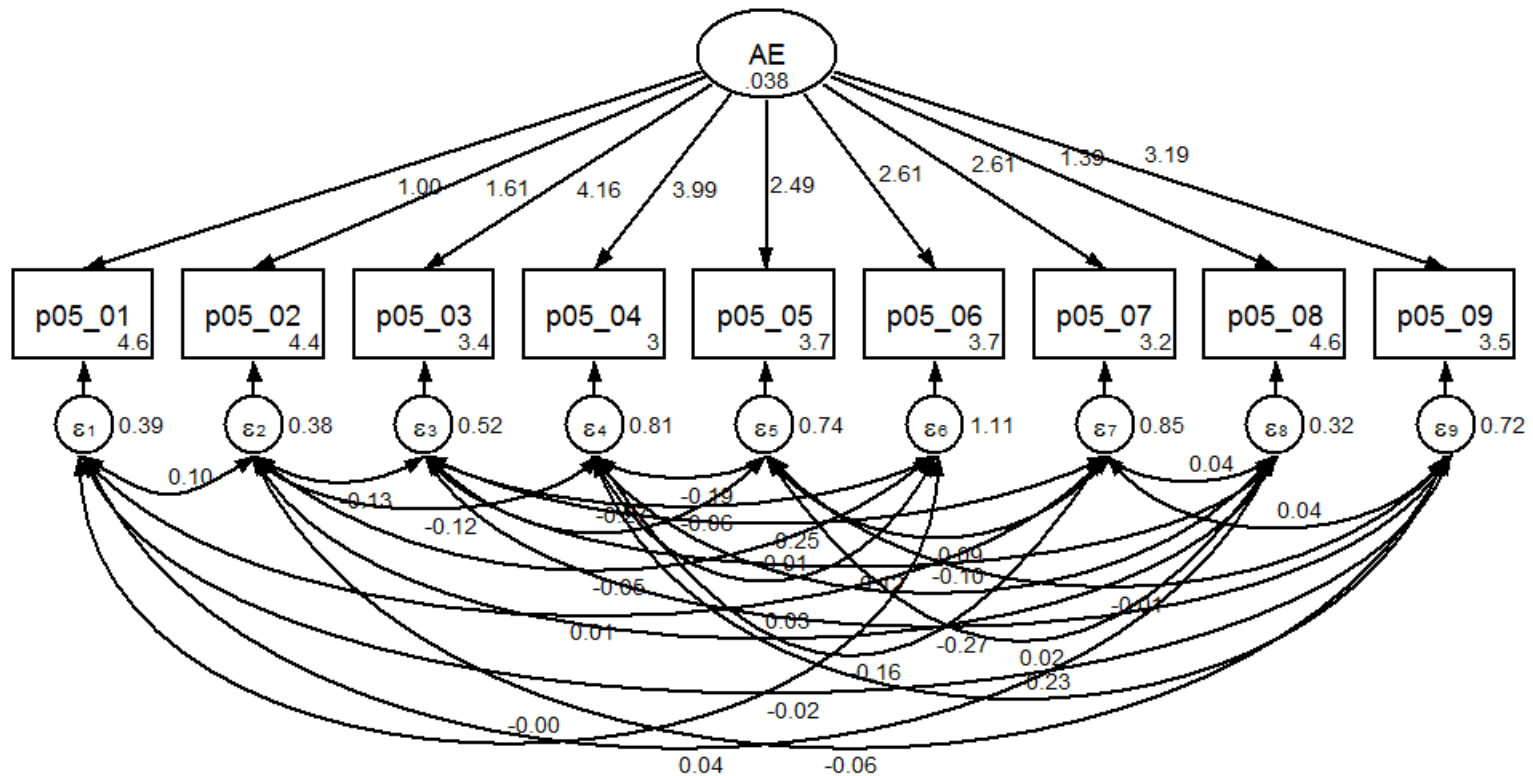


Tabla 2.7: Estadísticos escalas de Autoeficacia General, Autoeficacia en Matemáticas y Bienestar Subjetivo generadas por CFA.

	<b>Autoeficacia General</b>	<b>Autoeficacia en Matemáticas</b>	<b>Bienestar Subjetivo</b>
<i>Razón de Verosimilitud</i>			
$\chi^2$ model vs. saturated	22,477	764,368	494,875
$p > \chi^2$	0	0	0
$\chi^2$ baseline vs. saturated	256262,893	1,03E+06	344120,797
$p > \chi^2$	0	0	0
<i>Errores en la población</i>			
RMSEA	0,01	0,018	0,024
90 % CI, lower bound	0,007	0,017	0,022
upper bound	0,014	0,019	0,025
pclose ( $\mathbb{P}(\text{RMSEA}) \leq 0,05$ )	1	–	–
<i>Criterio de Información</i>			
AIC	4,64E+06	5,80E+06	3,22E+06
BIC	4,64E+06	5,80E+06	3,22E+06
<i>Comparación de Base</i>			
Comparative fit index (CFI)	1	0,999	0,999
Tucker-Lewis index (TLI)	0,997	0,997	0,990
<i>Residuos</i>			
SRMR	0,001	0,005	0,005
Coefficient of determination (CD)	0,878	0,916	0,778

*Nota:* : Rangos de aceptables para tests:  $\chi^2$ :  $p$  valor menor a 0.05; RMSEA: menor a 0.05; CI lower bajo 0.05 y CI upper sobre 0.10; AIC: cercano a 0; BIC: cercano a 0; CGI: cercano a 1; TLI: cercano a 1; SRMR: cercano a 0; CD: cercano a 1 (equivalente a  $R^2$ ).

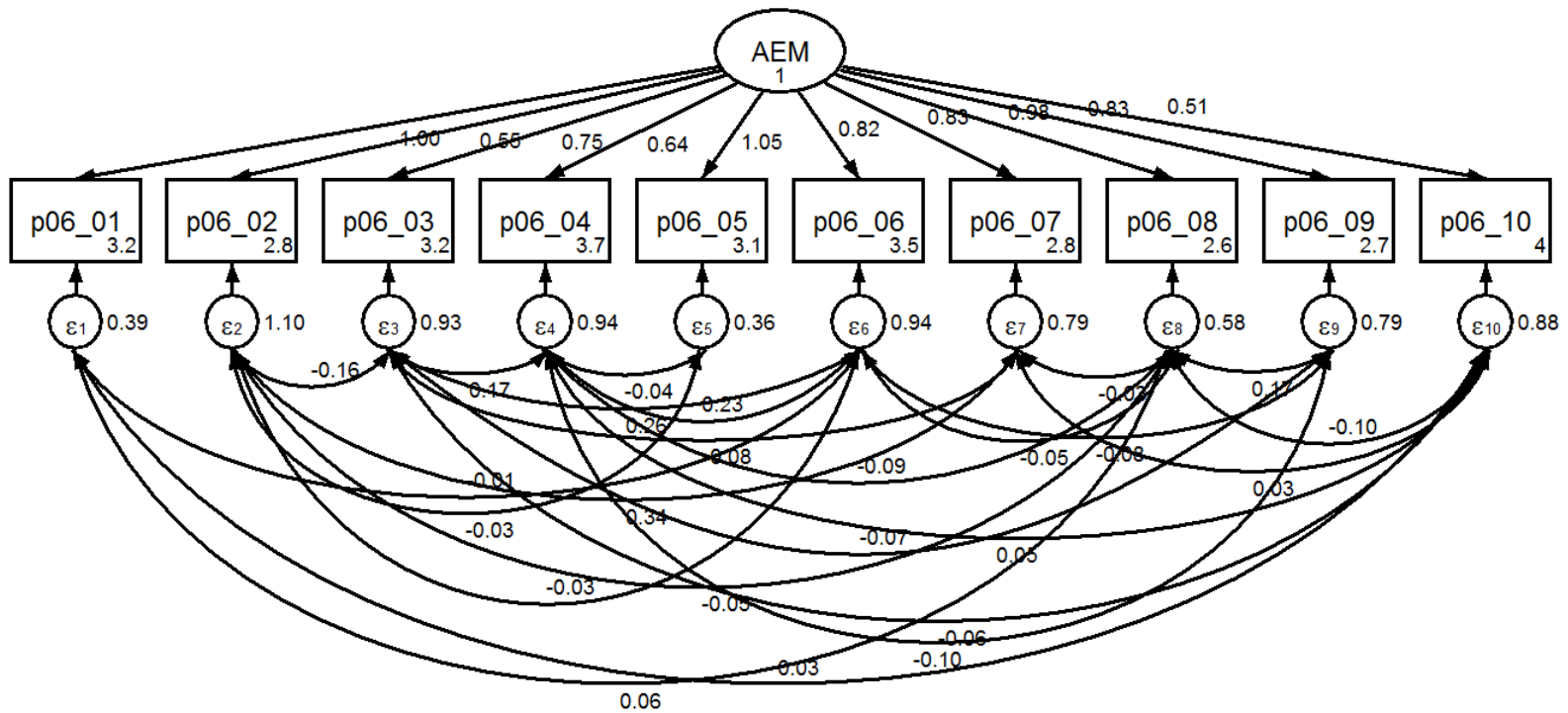
Figura 2.10: Modelo para cálculo de escala de Autoeficacia General AE (CFA).



Nota: Variables consideradas:

- p05-01: Siento que soy tan capaz de aprender como el resto de mis compañeros y compañeras de curso.
- p05-02: Aunque sea difícil una materia, con esfuerzo y estudio creo que puedo entenderla.
- p05-03: (-) En general entiendo muy poco de lo que me pasan en clases.
- p05-04: (-) Me cuesta concentrarme y poner atención en clases.
- p05-05: Hago las tareas aunque me resulten difíciles.
- p05-06: (-) Mis cuadernos casi siempre están incompletos.
- p05-07: Me gusta estudiar para las pruebas.
- p05-08: Para mí es importante sacarme buenas notas.
- p05-09: Durante las clases tomo apuntes de todo lo que nos enseñan los profesores y profesoras.

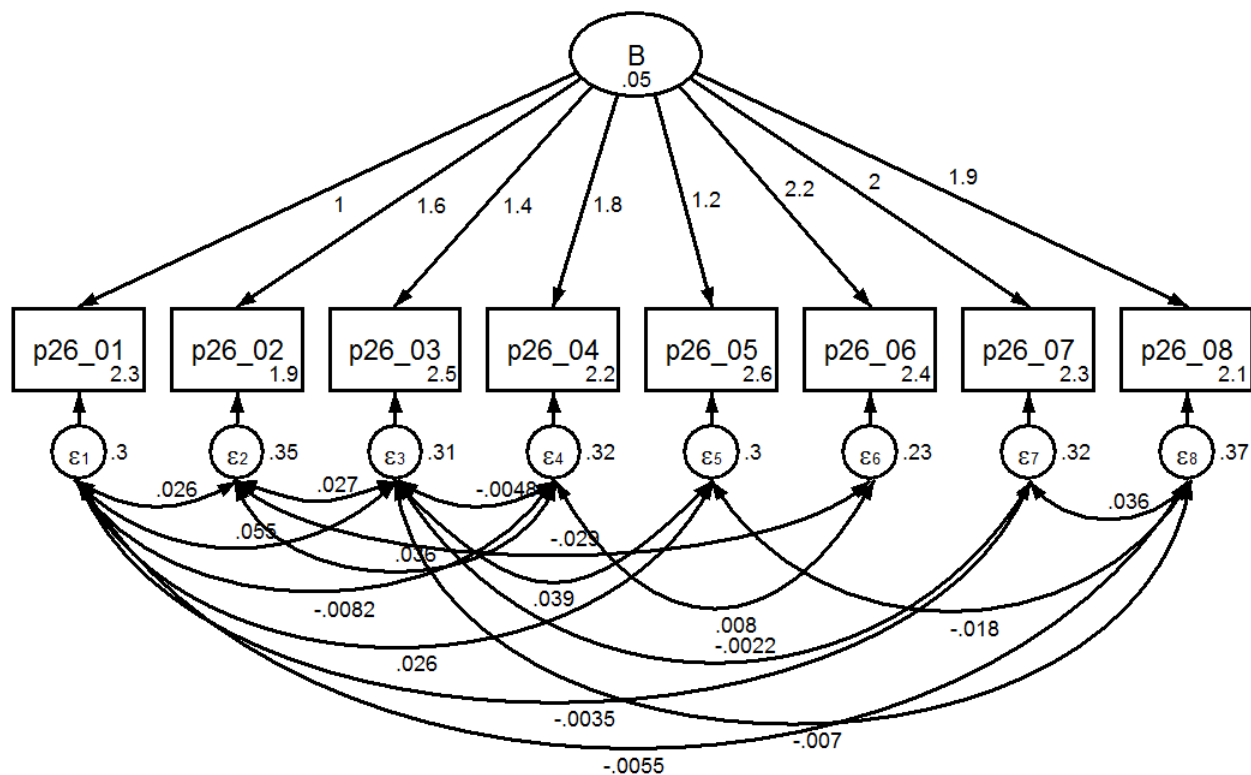
Figura 2.11: Modelo para cálculo de escala de Autoeficacia en Matemáticas AM (CFA).



Nota: Variables consideradas:

- p06-01: En general me va bien en matemática.
- p06-02: Me gustaría tener más clases de matemática en el establecimiento.
- p06-03: (-) Matemática me cuesta más que al resto de mis compañeros y compañeras.
- p06-04: (-) Cuando me va mal en matemática, me doy por vencido rápidamente.
- p06-05: Aprendo con facilidad y rapidez matemática.
- p06-06: (-) Me cuesta aprender matemática, y creo que siempre será difícil para mí.
- p06-07: Me entretiene estudiar matemática.
- p06-08: Me saco buenas notas en matemática sin necesidad de estudiar.
- p06-09: Las clases de matemática son fáciles y con poco esfuerzo me va bien.
- p06-10: Si estudio, me va bien en matemática.

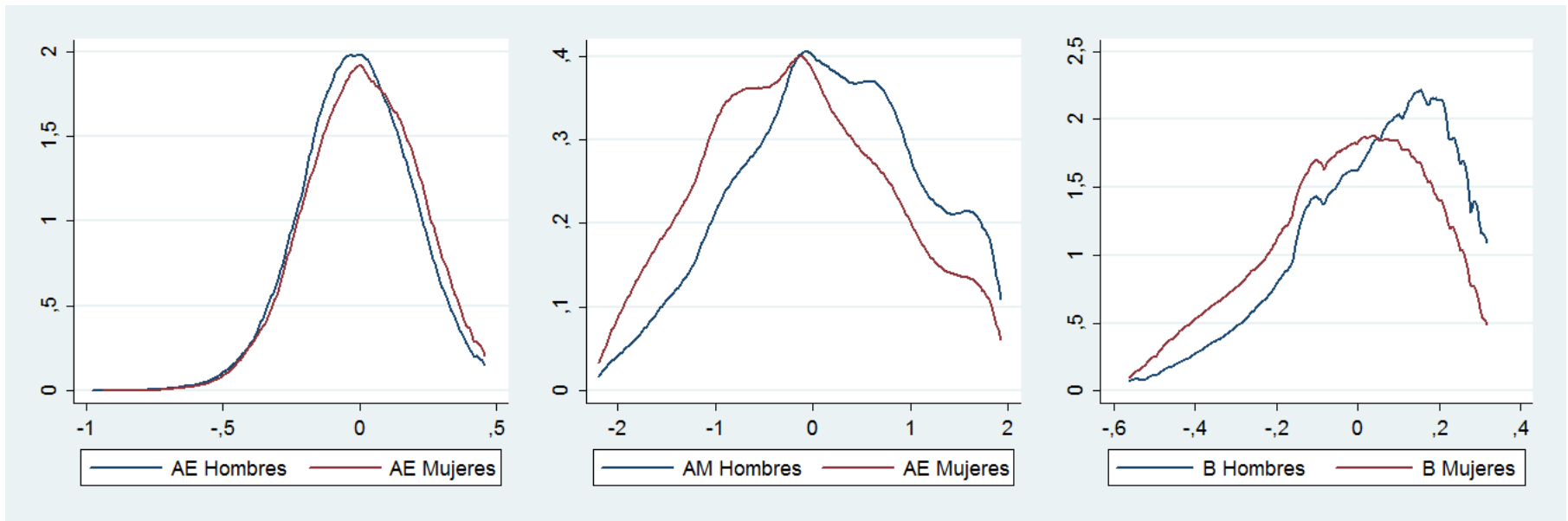
Figura 2.12: Modelo para cálculo de escala de Bienestar Subjetivo B (CFA).



Nota: Variables consideradas:

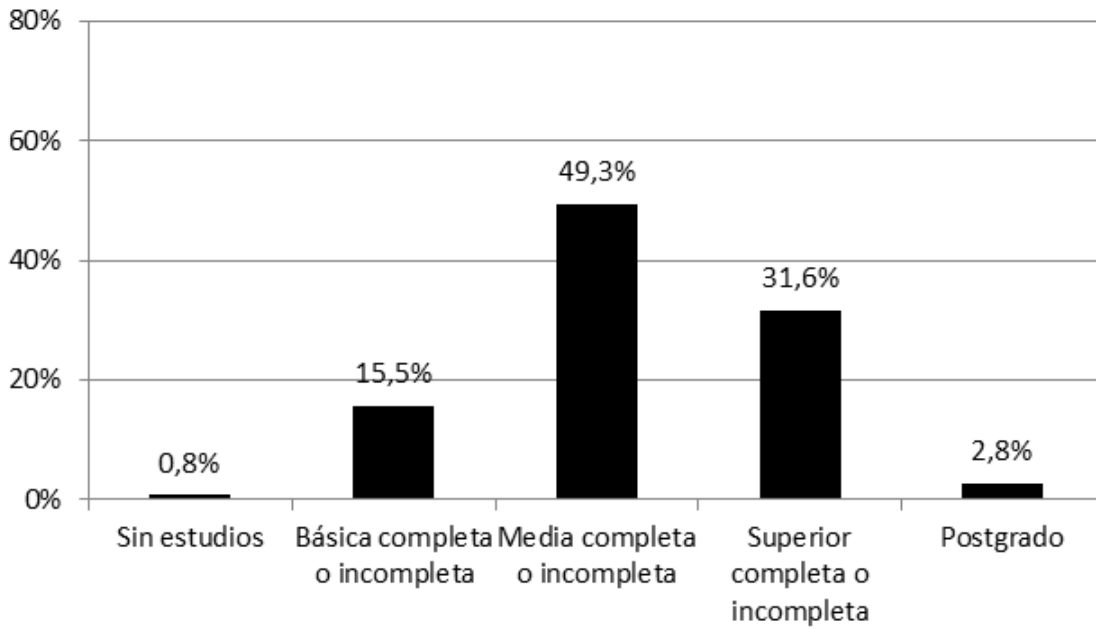
- p26-01: (-) Te has sentido muy enfermo.
- p26-02: (-) Te despiertas sintiéndote cansado.
- p26-03: (-) Te sientes mareado.
- p26-04: (-) Sientes que las cosas no te motivan, te cuesta interesarte por algo.
- p26-05: (-) Tienes problemas para comer o falta de apetito.
- p26-06: (-) Te sientes muy triste, deprimido y bajoneado.
- p26-07: (-) Tienes problemas para relajarte.
- p26-08: (-) Te sientes irritado o te enojas como mucha facilidad.

Figura 2.13: Distribución Escalas de Autoeficacia General (AE), Autoeficacia en Matemáticas (AM) y Bienestar Subjetivo (B) según género.



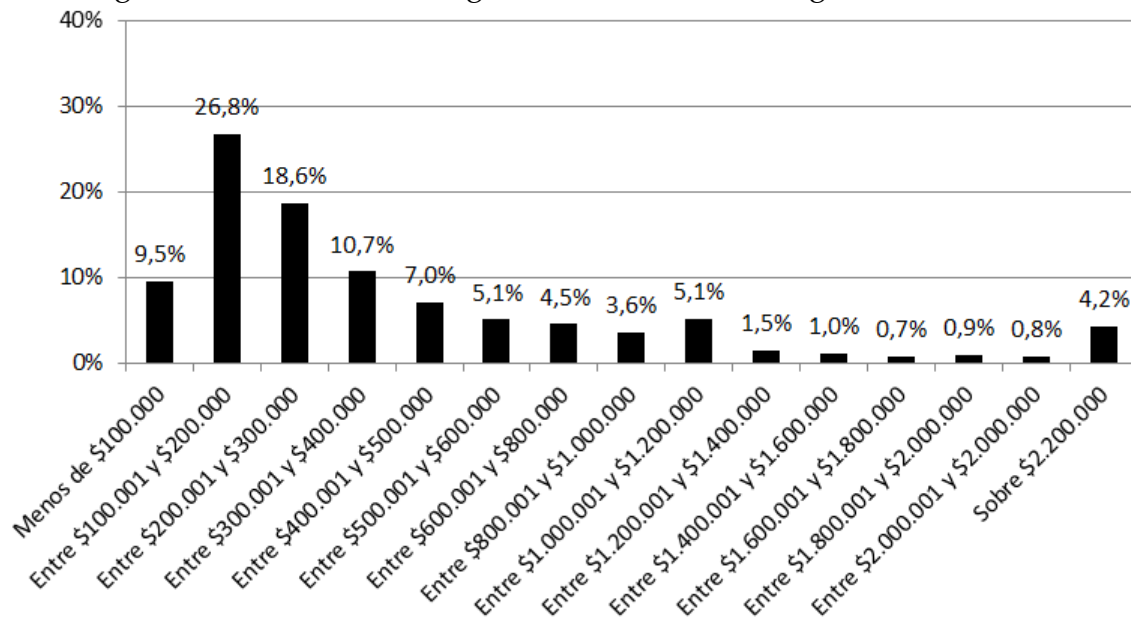
Nota: AE: Autoeficacia General, AM: Autoeficacia en Matemáticas, B: Bienestar Subjetivo.

Figura 2.14: Mayor nivel educacional alcanzado por alguno de los padres, todos los estudiantes, SIMCE 2010.



Nota: : Obtenido del Cuestionario de Padres. Las preguntas usadas fueron: “¿Hasta qué nivel educacional llegó la Madre (o Madrastra) del estudiante?”, y “¿Hasta qué nivel educacional llegó el Padre (o Padrastro) del estudiante?”.

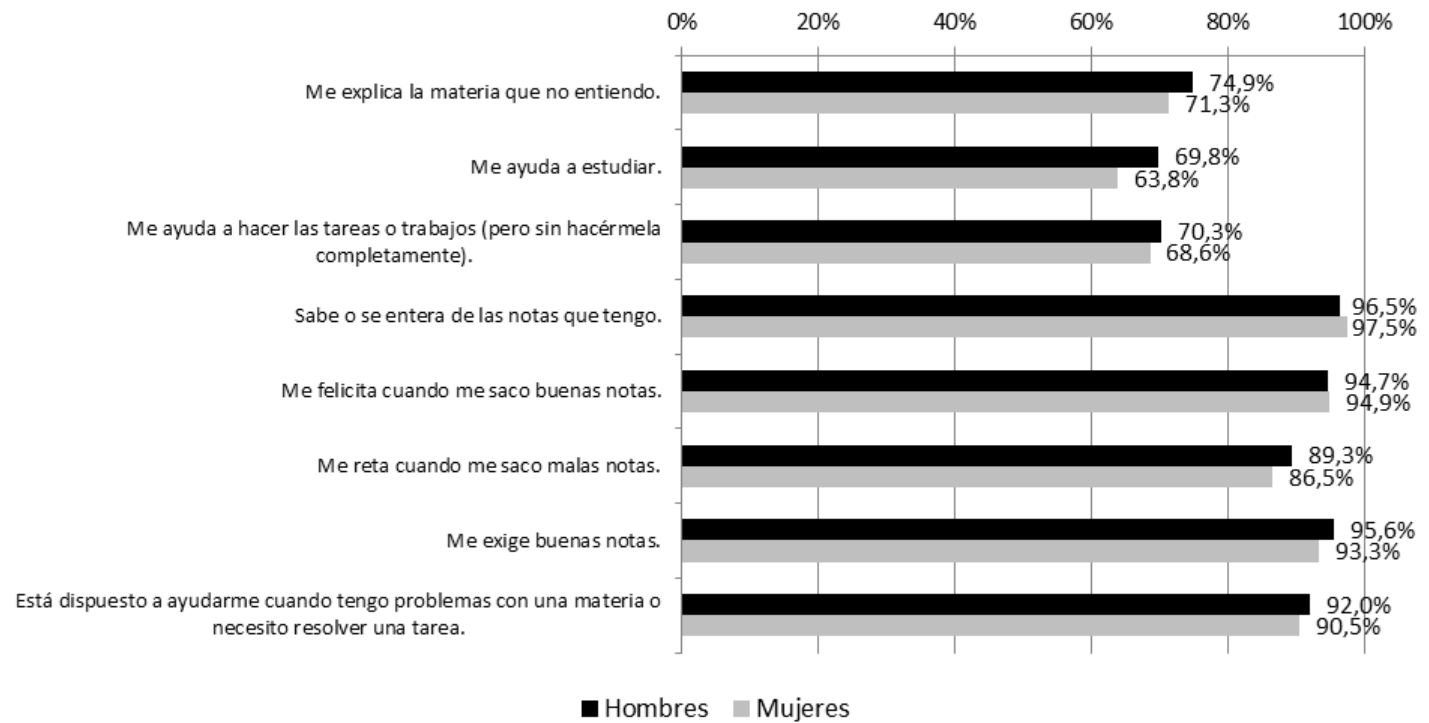
Figura 2.15: Suma de los ingresos mensuales del hogar, SIMCE 2010.



Nota: : Obtenido del Cuestionario de Padres. La pregunta usada fue: “En un mes normal, ¿en cuál de los siguientes rangos se encuentra la suma de los ingresos de todas las personas que aportan al hogar donde vive el estudiante? Recuerde que sus datos son confidenciales”.



Figura 2.16: “¿Alguno de tus padres o personas que se hacen cargo de ti hace las siguientes actividades para ayudarte?”, según género, SIMCE 2010.



Nota: : Diferencias significativas en todos los indicadores, excepto en “Me reta cuando me saco malas notas”.

Figura 2.17: “¿Cuál cree Ud. que es el nivel de educación más alto que el estudiante va a poder completar?”, muestra total, SIMCE 2010.

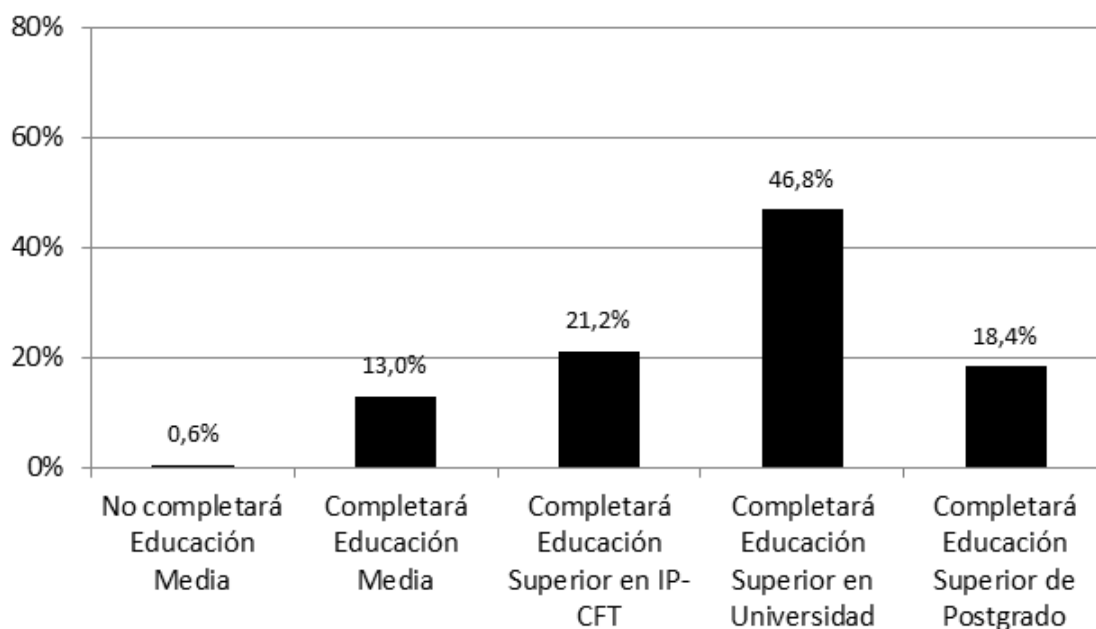


Figura 2.18: “¿Cuál cree Ud. que es el nivel de educación más alto que el estudiante va a poder completar?”, según género, SIMCE 2010.

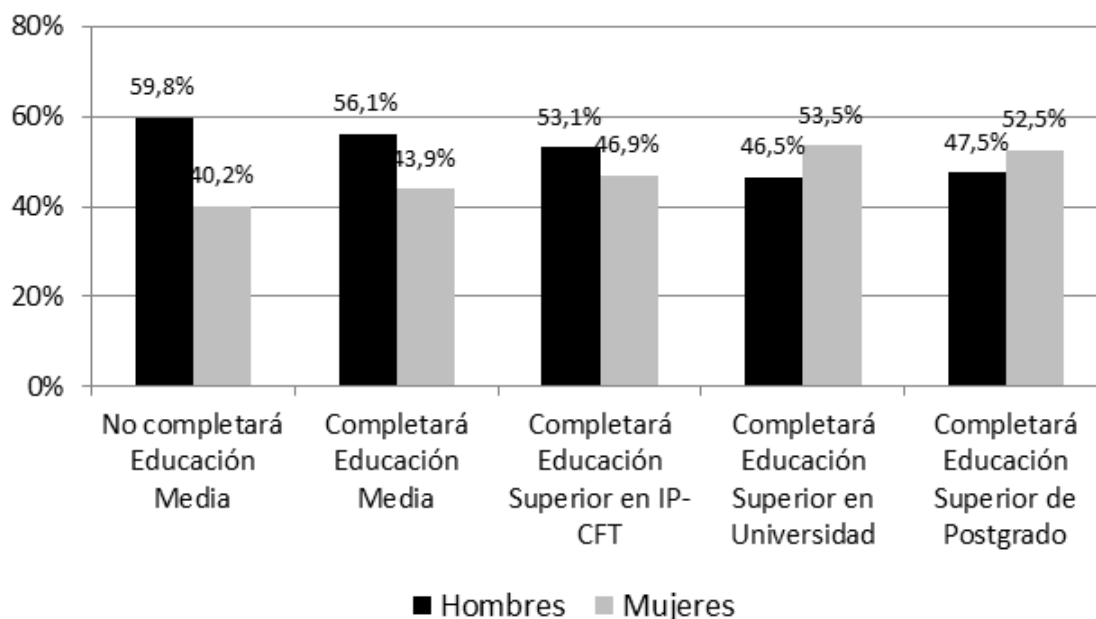
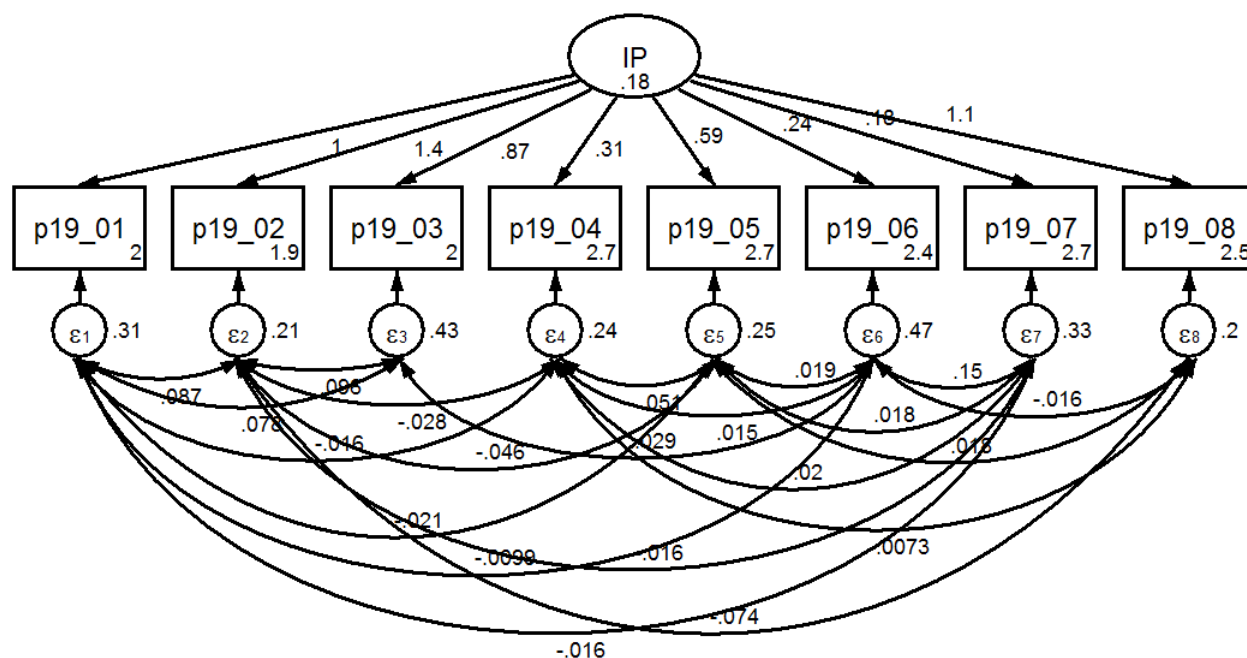


Tabla 2.8: Estadísticos escala de Inversión de los Padres generada por CFA.

	<b>Inversión de los Padres</b>
<i>Razón de Verosimilitud</i>	
$\chi^2$ model vs. saturated	0,000
$p > \chi^2$	.
$\chi^2$ baseline vs. saturated	352935,129
$p > \chi^2$	0,000
<i>Errores en la población</i>	
RMSEA	0,000
90 % CI, lower bound	0,000
upper bound	0,000
pclose ( $\mathbb{P}(\text{RMSEA}) \leq 0,05$ )	1,000
<i>Criterio de Información</i>	
AIC	2,89E+06
BIC	2,89E+06
<i>Comparación de Base</i>	
Comparative fit index (CFI)	1,000
Tucker-Lewis index (TLI)	1,000
<i>Residuos</i>	
SRMR	0,000
Coefficient of determination (CD)	0,838

*Nota:* : Rangos de aceptables para tests:  $\chi^2$ :  $p$  valor menor a 0.05; RMSEA: menor a 0.05; CI lower bajo 0.05 y CI upper sobre 0.10; AIC: cercano a 0; BIC: cercano a 0; CGI: cercano a 1; TLI: cercano a 1; SRMR: cercano a 0; CD: cercano a 1 (equivalente a  $R^2$ ).

Figura 2.19: Modelo para cálculo de escala de Inversión de los Padres IP (CFA).



Nota: Variables consideradas:

p19-01: (+) Me explica la materia que no entiendo.

p19-02: (+) Me ayuda a estudiar.

p19-03: (+) Me ayuda a hacer las tareas o trabajos (pero sin hacérmela completamente).

p19-04: (+) Sabe o se entera de las notas que tengo.

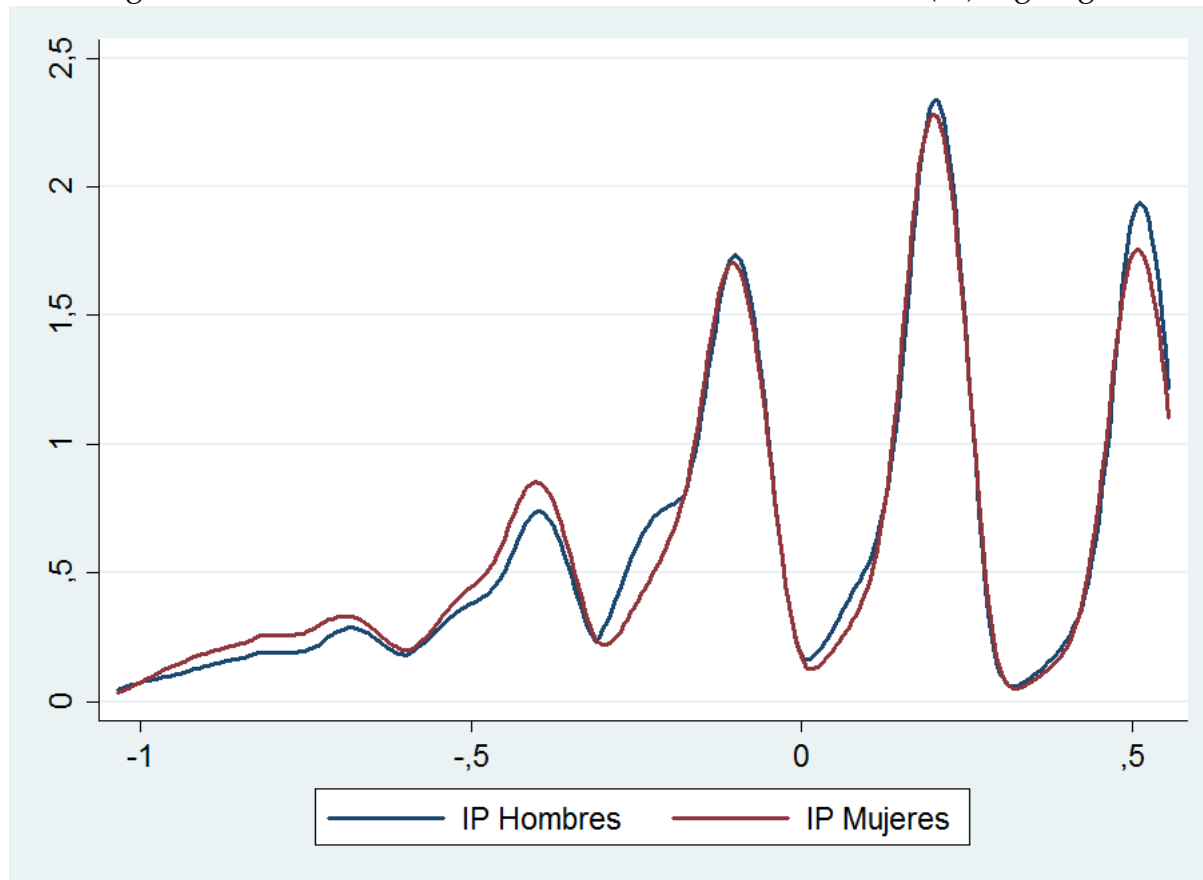
p19-05: (+) Me felicita cuando me saco buenas notas.

p19-06: (+) Me reta cuando me saco malas notas.

p19-07: (+) Me exige buenas notas.

p19-08: (+) Está dispuesto a ayudarme cuando tengo problemas con una materia o necesito resolver una tarea.

Figura 2.20: Distribución Escala de Inversión de los Padres (IP) según género.



Nota: **IP:** Inversión de los Padres.

# Capítulo 3

## Brecha de género en tests de matemáticas en Chile: SIMCE y PSU

### 3.1. Diferencias de medias en resultados SIMCE 2010 y PSU 2013

La Tabla 3.1 presenta la comparación de medias según género en SIMCE, PSU, notas y retención en educación superior para la cohorte de egreso 2012. Se observa que en la población general existen diferencias de género en todas las mediciones, excepto en las notas de matemáticas: las mujeres tienen mejores resultados en el promedio de notas escolares, y además tienen mejores resultados en Lenguaje SIMCE.

Por otro lado, en la población general existe una brecha a favor de los hombres en la prueba SIMCE de Matemáticas, y muy importante en PSU de matemáticas, pero también en PSU Lenguaje. Debido a las mejores notas de las mujeres, su puntaje de Notas de la Enseñanza Media (NEM) PSU también es superior.

En cuanto a retención en educación superior, las mujeres tienen niveles mayores de retención en el conjunto de carreras, mientras que en las carreras del área de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) los hombres tienen mayor retención. Sin embargo, debe considerarse la baja proporción de mujeres en carreras de esta área –sólo un 17%.

La comparación de mellizos mixtos muestra resultados diferentes: no existen diferencias de género significativas en los resultados, excepto en las notas de educación media y en NEM PSU, donde las mujeres obtienen mejores resultados (en retención en educación superior existen muy pocos casos para hacer una comparación relevante entre mellizos).

Esto significa que se deben examinar con precaución los resultados de diferencias de medias simples en tests y notas al comparar según género: los resultados que aparecen robustos en la población general no se reproducen a menor escala en la muestra de mellizos

mixtos.

## 3.2. Diferencias en la distribución de resultados de hombres y mujeres en SIMCE 2010 y PSU 2013

La comparación de las distribuciones de resultados en matemáticas en SIMCE y PSU (Figura 3.1 y Figura 3.2) muestra una tendencia hacia mejores resultados en hombres que en mujeres, tanto en la población general como en la muestra de mellizos. En la población general estas diferencias se hacen mayores en SIMCE y PSU en los niveles más altos de la distribución de puntajes (Figura 3.3). En la muestra de mellizos las diferencias son mayores, especialmente en la PSU (Figura 3.4).

Los tests aplicados para analizar las diferencias de varianza en la distribución de puntajes de hombres y mujeres (Tabla 3.2) muestran que las distribuciones de puntajes de hombres y mujeres en la población general, en SIMCE y PSU de matemáticas, son significativamente diferentes de una distribución normal. Por otro lado, la varianza de los puntajes de mujeres, tanto en SIMCE como en PSU es menor que la de los hombres: la razón de varianzas ( $VarF/VarM$ ) es de 0,911 para SIMCE y 0,864 para PSU. Los tests robustos de igualdad de varianza también muestran diferencias de varianzas en la distribución de puntajes según género en la población general. Esto se correspondería con la hipótesis de mayor variabilidad en los puntajes en matemáticas de hombres.

Sin embargo, al examinar los resultados de la muestra de mellizos, se observa que las distribuciones de hombres y mujeres, en SIMCE y PSU, no son significativamente distintas de una distribución normal. Por otro lado, la razón de varianzas entre mujeres y hombres no son significativamente diferentes de 1 (igual varianza), resultado al que también se llega a través de los test robustos de varianza<sup>1</sup>.

En este sentido, podemos concluir que mientras que en la población general se observa una mayor varianza en los puntajes en matemáticas de los hombres, al analizar la muestra de mellizos –una muestra de mayores puntajes en matemáticas– no se aprecian diferencias significativas en la distribución de puntajes. Esto refuerza los resultados obtenidos en la sección anterior: mientras que en la población general se observan diferencias en las medias y distribución de los resultados en matemáticas de hombres y mujeres, al analizar una muestra de mellizos mixtos estas diferencias en las medias y distribución dejan de ser significativas.

---

<sup>1</sup>Los test robustos están especialmente indicados para muestras pequeñas.

Tabla 3.1: Resultados SIMCE, PSU, notas y retención en educación superior, según género (diferencias de medias). Población general y muestra de mellizos (cohorte egreso 4º medio 2012).

	Población General					Mellizos mixtos				
	Hombres (M)		Mujeres (F)		Diferencia	Hombres (M)		Mujeres (F)		Diferencia
	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$	N	F – M	$\bar{X}$	N	$\bar{X}$	N	F – M
Lectura SIMCE 2010	256,72 (-0,155)	111.049	261,70 (-0,15)	111.701	4,98***	282,31 (-4,754)	112	292,77 (-4,291)	112	10,46
Matemáticas SIMCE 2010	260,82 (-0,189)	111.294	251,63 (-0,18)	111.956	-9,20***	297,58 (-5,488)	112	291,27 (-5,174)	112	-6,31
Notas Matemáticas 4ºM 2012	5,15 (-0,003)	94.847	5,15 (-0,002)	102.174	0,00	5,52 (-0,087)	112	5,45 (-0,085)	112	-0,08
Promedio de notas NEM	5,54 (-0,014)	110.668	5,65 (-0,013)	124.359	0,11***	5,70 (-0,434)	112	5,82 (-0,43)	112	1,22*
NEM PSU 2013	525,67 (-0,3)	110.666	547,97 (-0,278)	124.358	22,30***	557,91 (-8,889)	112	582,90 (-8,826)	112	24,99*
Lenguaje PSU 2013	503,86 (-0,334)	110.870	496,87 (-0,301)	124.444	-6,99***	524,49 (-11,184)	112	532,51 (-9,977)	112	8,02
Matemáticas PSU 2013	514,74 (-0,334)	110.061	487,26 (-0,298)	123.492	-27,48***	554,55 (-11,167)	112	534,71 (-9,721)	112	-19,84
Retención Universidades 2013	0,75 (-0,002)	31.033	0,77 (-0,002)	34.331	0,02***	0,75 (-0,064)	45	0,71 (-0,068)	45	-0,04
Retención Universidades STEM 2013	0,71 (-0,003)	20.270	0,67 (-0,006)	5.453	-0,03***	0,60 (-0,244)	5	0,80 (-0,2)	5	0,20

*Nota:* Nivel de significación test  $t$  de diferencia de medias: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Los datos de retención se refieren a permanencia en la misma carrera e institución en primer año en universidades. En el caso de mellizos, se limita la muestra a parejas donde ambos acceden a educación superior universitaria y donde ambos acceden a una carrera universitaria STEM en primer año. La baja cantidad de casos limita la posibilidad de generalizar los resultados en las dos comparaciones con mellizos (errores estándar entre paréntesis).



Figura 3.1: Densidades de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU), población general (egresados 2012)

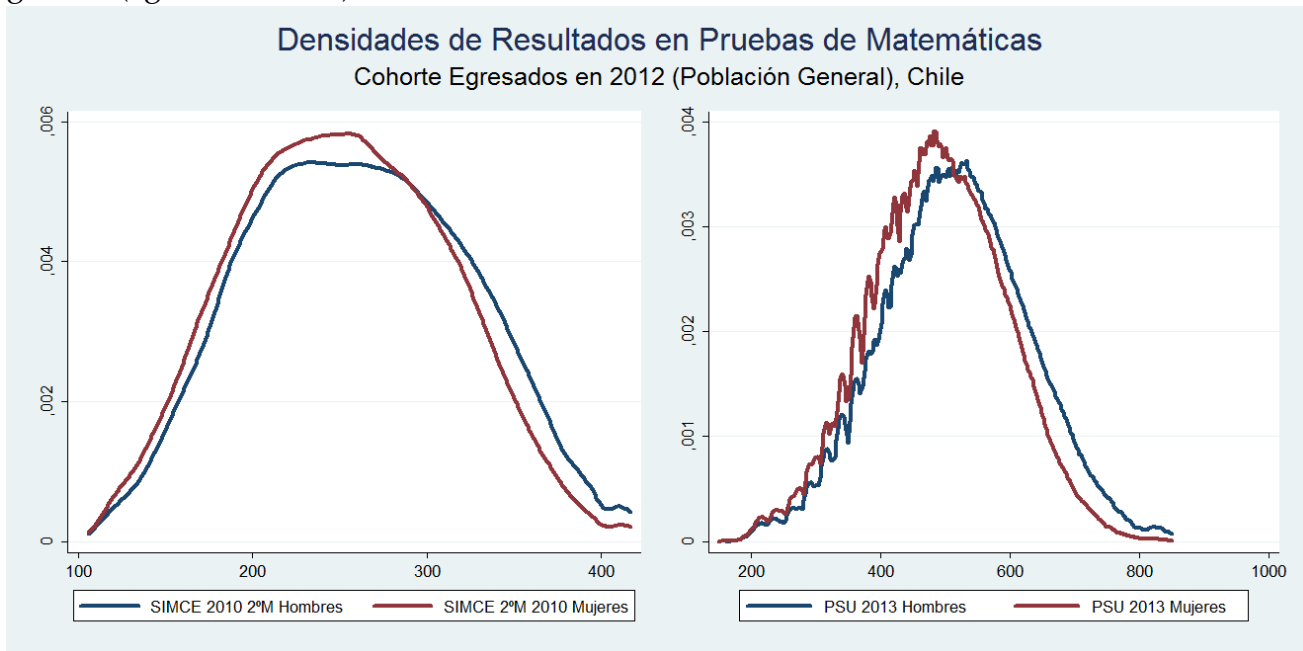


Figura 3.2: Densidades de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU), muestra mellizos (egresados 2012).

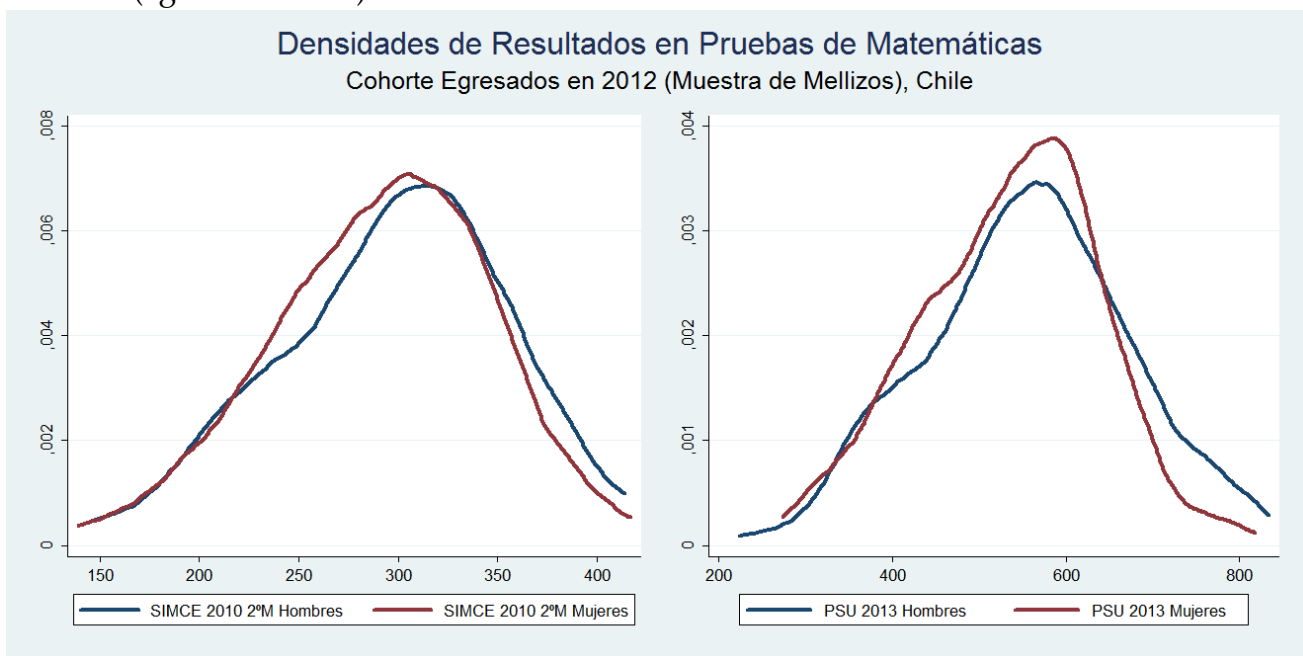


Figura 3.3: Gráficos Q-Q distribución de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU), población general (egresados 2012)

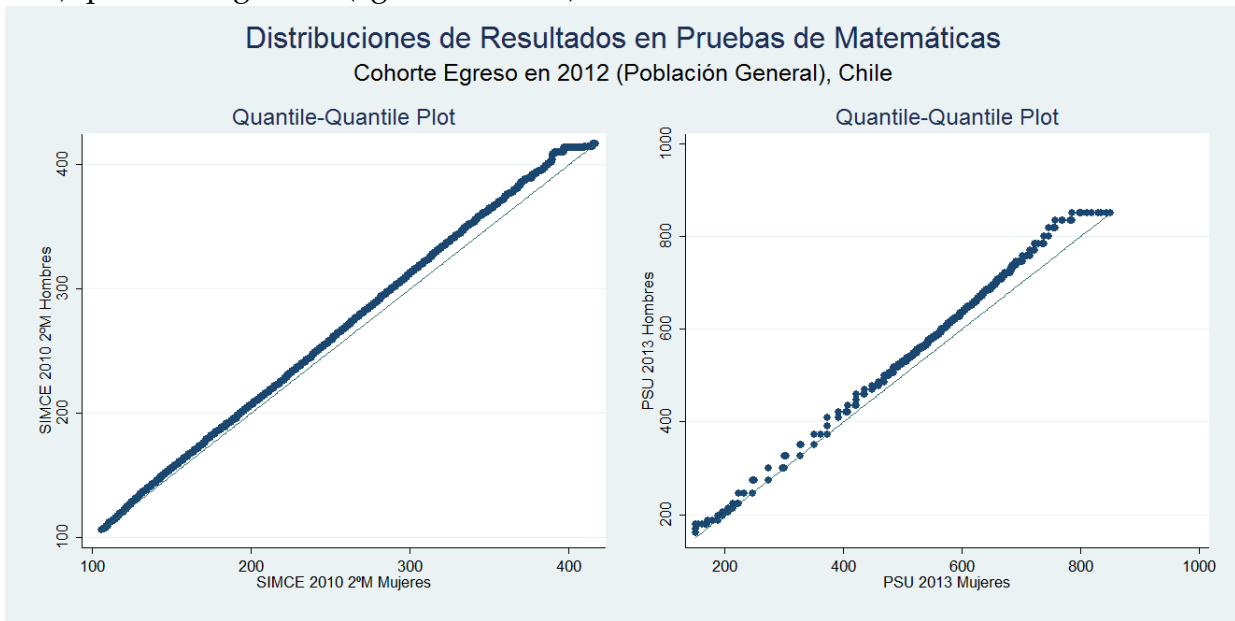


Figura 3.4: Gráficos Q-Q distribución de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU), muestra mellizos (egresados 2012)

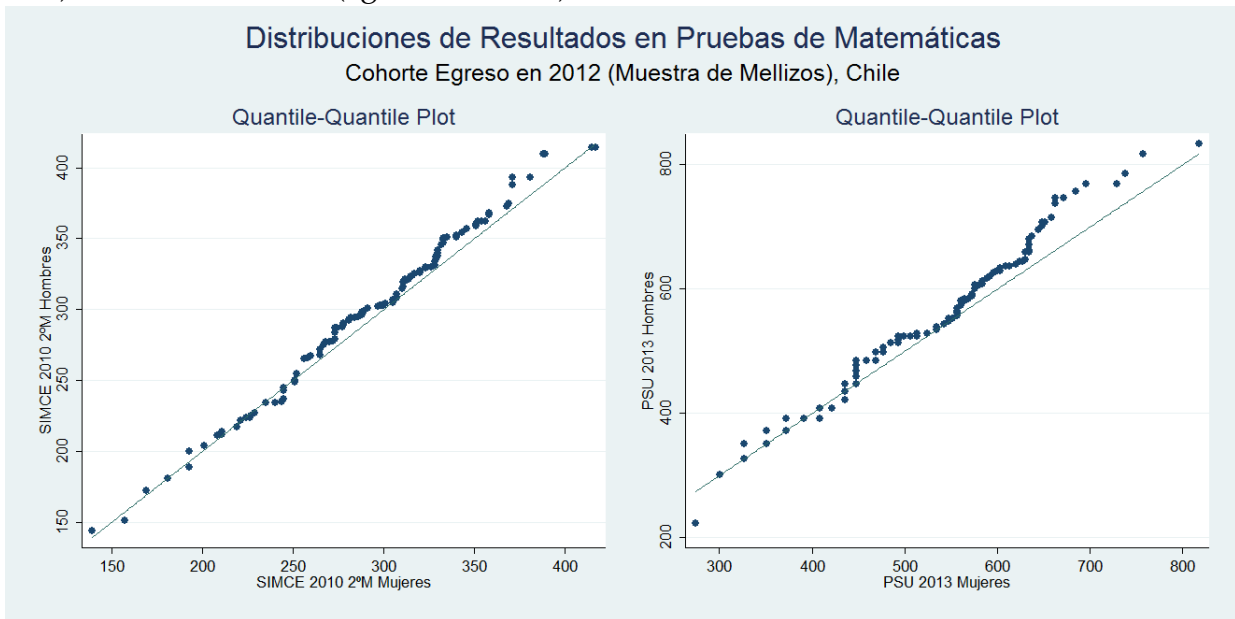


Tabla 3.2: Análisis de diferencias en la distribución de resultados en tests de matemáticas (SIMCE y PSU) según género.

	Población General				Muestra de Mellizos			
	SIMCE 2010		PSU 2013		SIMCE 2010		PSU 2013	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Observaciones	111.294	111.956	110.061	123.492	112	112	112	112
Media	260,82	251,63	514,74	487,26	297,58	291,27	554,55	534,71
Desv. Estándar	63,30	60,43	112,64	104,72	58,09	54,76	118,19	102,88
Varianza	4006,50	3651,26	12687,39	10965,24	3374,34	2998,43	13967,83	10585,11
Asimetría	0,0867	0,0977	0,0231	-0,0202	-0,3180	-0,2922	-0,0840	-0,1660
Curtosis	2,3680	2,4400	2,8953	2,8275	2,7753	2,9286	2,8470	2,8941
<i>Test de Normalidad</i>								
Asimetría y Curtosis	0,000	0,000	0,000	0,000	0,341	0,411	0,927	0,748
Shapiro-Wilk W					0,436	0,681	0,922	0,560
Shapiro-Francia					0,444	0,654	0,900	0,479
<i>Test de Diferencia de Varianzas</i>								
Razón varianzas ( $VarF/VarM$ )		0,911		0,864		0,889		0,758
$p$		0,000		0,000		0,535		0,146
<i>Igualdad de Varianza</i>								
$W0$		321,451		462,871		0,200		1,329
$p$		0,000		0,000		0,655		0,250
$W50$		319,087		464,102		0,183		1,603
$p$		0,000		0,000		0,669		0,207
$W10$		320,919		466,486		0,186		1,390
$p$		0,000		0,000		0,667		0,240
<i>Test Diferencia de Medias</i>								
Diferencia $F - M$		-9,197		-27,482		-6,313		-19,839
$p$		0,000		0,000		0,404		0,182

Nota: Nota: Test Robusto de Igualdad de varianza sin supuesto de normalidad. Diferencia de medias según test  $t$ .

Test de Normalidad: " $H_0$ : La distribución es normal".

Test de Varianzas: " $H_0$ : Varianzas iguales". (Shapiro-Wilk está recomendado para  $4 \leq N \leq 2000$  y Shapiro-Francia para  $5 \leq N \leq 5000$ . Skewness and Kurtosis test for normality es adecuado para muestras de 8 observaciones o más).

Test de diferencia de medias (test  $t$ ): " $H_0$ : Medias iguales".

### 3.3. Brechas de género en SIMCE 2010 y PSU 2013 controlando por características personales y de los hogares

A continuación analizamos el efecto del género en los resultados de matemáticas en SIMCE y PSU. Nuestro objetivo es determinar el efecto del género en los resultados controlando por características de los estudiantes y sus hogares. En cuanto a características individuales de los estudiantes, controlamos por características no cognitivas que pueden afectar el desempeño en matemáticas (autoeficacia general en los aprendizajes, autoeficacia en matemáticas y bienestar subjetivo), y también por el nivel de inversión de los estudiantes en sus propios aprendizajes, a través del tiempo que declaran dedicar a trabajo extraescolar y libros leídos. Finalmente, incorporamos las expectativas futuras de los estudiantes y una medida adicional de desempeño: notas de matemáticas en 7º básico (en el caso de SIMCE 2º medio) y notas de matemáticas en 4º medio (en el caso de PSU).

Las características del hogar que se consideran corresponden al más alto nivel educacional alcanzado por alguno de los padres, los ingresos del hogar, una medida de inversión de los padres en los aprendizajes de los hijos y expectativas educacional de los padres respecto de los hijos. Además se incorpora el promedio SIMCE de la escuela de origen para controlar por calidad del establecimiento: en el caso de SIMCE se considera el promedio SIMCE Matemáticas 2º medio de la medición anterior (2008) y en el caso de PSU, el promedio SIMCE Matemáticas 2º medio de 2010. En el caso de PSU también se considera el resultado del estudiante en SIMCE Matemáticas 2º medio (2010).

También se incorpora la interacción de la variable género con las variables de habilidades no cognitivas (autoeficacia y bienestar) para indagar por efectos que solo estén presentes en la población femenina. Los errores estándar fueron calculados considerando clusters según escuela de origen de los estudiantes (establecimiento en 2º medio).

Así, los modelos estimados son:

$$simce_i = \beta_1 g_i + \beta_2 X_i + \beta_3 H_i + \beta_4 mujer \times N_i + \beta_5 xsimce_i + \varepsilon_i^s \quad (3.1)$$

$$psu_i = \lambda_1 g_i + \lambda_2 X_i + \lambda_3 H_i + \lambda_4 mujer \times N_i + \lambda_5 xsimce_i + \lambda_6 simce_i + \varepsilon_i^p \quad (3.2)$$

donde  $simce_i$  es el puntaje en SIMCE Matemáticas 2010 del estudiante  $i$ ,  $psu_i$  es el puntaje en PSU Matemáticas 2013 del estudiante  $i$ ,  $g_i$  es el género del estudiante,  $X_i$  es un vector de características individuales del estudiante  $i$ , donde se incluyen las variables de autoeficacia y bienestar, inversión de los estudiantes (trabajo extraescolar y libros leídos), expectativas educacionales de estudiante y notas de matemáticas en Cuarto Medio (estandarizadas a nivel del establecimiento).  $H_i$  es un vector de características del hogar y los padres del estudiante  $i$ : nivel educacional y de ingresos del hogar, inversión de los padres y expectativas educacionales.  $mujer \times N_i$  representa la interacción de género y variables de autoeficacia general, autoeficacia en matemáticas y bienestar subjetivo del estudiante ( $N_i$ ).  $xsimce_i$  corresponde al promedio SIMCE Matemáticas del establecimiento del estudiante <sup>2</sup>. Finalmente, los modelos tienen errores  $\varepsilon_i^s$  y  $\varepsilon_i^p$ .

<sup>2</sup>De un año anterior: 2008 en el caso de SIMCE, 2010 en el caso de PSU

Para analizar el efecto de la coeducación en los resultados SIMCE y PSU estimamos modelos similares, pero sólo para el grupo de mujeres, donde estudiamos el efecto de haber estudiado educación media en una escuela no coeducacional. Los errores estándar también fueron calculados considerando clusters según escuela de origen de las estudiantes.

Los modelos estimados son:

$$simce_i = \delta_1 c_i + \delta_2 X_i + \delta_3 H_i + \delta_4 xsimce_i + v_i^s \quad (3.3)$$

$$psu_i = \gamma_1 c_i + \gamma_2 X_i + \gamma_3 H_i + \gamma_4 xsimce_i + \gamma_5 simce_i + v_i^p \quad (3.4)$$

donde  $c_i$  indica si la estudiante  $i$  estudió en un establecimiento femenino (escuela no coeducacional).

Todos los modelos fueron estimados por OLS para el grupo total de estudiantes que rindieron cada prueba y por subgrupos de acuerdo a sus puntajes, a través de regresiones por cuantiles. Además se hicieron estimaciones por preferencias de área de estudio, tomando en cuenta el área a la que pertenece la carrera en que el estudiante se matriculó (si accedió a educación superior).

Respecto de los resultados SIMCE en la población general (Tabla 3.3) se observa para la muestra completa un efecto negativo del género: las mujeres tienen resultados inferiores a los hombres. El promedio SIMCE de matemáticas de la escuela de origen tiene un impacto muy importante en los resultados SIMCE de los estudiantes, así como la autoeficacia en matemáticas, la autoeficacia general y las notas de matemáticas en 7º básico. El bienestar subjetivo tiene un efecto menor, pero significativo: estudiantes que reportan mayor bienestar subjetivo tienen menores puntajes en SIMCE. Las interacciones entre sexo y habilidades no cognitivas son significativas. Se observa que en las mujeres una mayor autoeficacia en matemáticas se relaciona con menores resultados en SIMCE. Al analizar según la heterogeneidad de resultados, se observa que la brecha entre hombres y mujeres tiende a aumentar en los niveles más altos de la distribución de resultados SIMCE.

Al analizar el efecto del tipo de educación en la muestra de mujeres (Tabla 3.4) se observa en promedio (OLS) un mejor desempeño de las mujeres que estudiaron en escuelas femeninas. Sin embargo, no pueden establecerse efectos significativos en los distintos puntos de la heterogeneidad de resultados SIMCE. Mucho más relevante que estudiar en escuelas femeninas parece ser las notas de matemáticas en 7º básico y el promedio SIMCE de la escuela. También se observan efectos importantes de la autoeficacia general (menor en los niveles más altos de la distribución de resultados) y autoeficacia en matemáticas (constante). Existe también una relación negativa con el bienestar subjetivo: mujeres que reportan mayor bienestar subjetivo están asociadas a menores resultados SIMCE.

Los resultados en PSU matemáticas en la población general también muestran un efecto negativo en las mujeres (Tabla 3.5). En el caso de PSU no resulta significativo el efecto de la autoeficacia general, pero sí de la autoeficacia en matemáticas y del bienestar subjetivo. Al revisar las interacciones por género, se observa un efecto negativo de la autoeficacia en matemáticas en las mujeres, y positivo del bienestar subjetivo. Sin embargo, los efectos más importantes corresponden al puntaje obtenido en SIMCE tres años antes, a las notas

de matemáticas y el promedio SIMCE de la escuela. La brecha de género muestra una mayor extensión en los niveles superiores de la distribución de puntajes PSU.

A diferencia de lo observado en SIMCE, no se observan diferencias significativas entre las mujeres que asisten a establecimientos femeninos o coeducacionales (Tabla 3.6) (excepto en el percentil 90, donde el efecto de las escuelas femeninas es negativo). Los factores más importantes que explican las diferencias de puntajes en el grupo de mujeres son el SIMCE de 2º medio, el SIMCE promedio de la escuela, las notas de 4º medio, y la autoeficacia en matemáticas. Las notas de 4º medio tienen un efecto más importante en los niveles más altos de la distribución, mientras que el SIMCE de segundo medio tiene un efecto mayor en los niveles inferiores.

Respecto de las comparaciones según preferencia de área de estudio (de acuerdo a la carrera en que fueron seleccionados quienes se matriculan en la educación superior) al examinar los matriculados en todas las instituciones (Tabla 3.7) se observa que el sesgo negativo que enfrentan las mujeres está presente entre quienes prefieren carreras del área STEM como no STEM. El sesgo es mayor en los niveles altos de la distribución de puntajes PSU entre quienes se matriculan en STEM. Al revisar la situación sólo de carreras universitarias (Tabla 3.8) se observa que el sesgo es mayor en todas las estimaciones. Esto indica que las diferencias de resultados en la población general aumentan en los grupos que tienen mejores puntajes PSU.

Los resultados anteriores muestran que las mujeres obtienen resultados inferiores que los hombres en la población general, tanto en SIMCE como en PSU. La brecha parece ser mayor en SIMCE que en PSU. Este efecto es significativo aun controlando por características de los estudiantes (como autoeficacia general, autoeficacia en matemáticas y bienestar subjetivo) y notas en matemáticas y promedio SIMCE del establecimiento, además de otros controles de características del hogar. Por otro lado, se aprecia un efecto positivo de la educación no coeducacional en el caso de las mujeres solo en SIMCE de matemáticas (aunque menor), pero no en PSU de matemáticas.

Tabla 3.3: Resultados SIMCE Matemáticas 2010, OLS y regresiones por cuantiles de resultados en SIMCE Matemáticas, todos los estudiantes.

	OLS	P25	P50	P75	P90	P95
Mujer	-0,136*** (0,007)	-0,124*** (0,009)	-0,142*** (0,008)	-0,154*** (0,008)	-0,166*** (0,008)	-0,169*** (0,009)
Autoeficacia General	0,179*** (0,018)	0,207*** (0,025)	0,167*** (0,020)	0,119*** (0,021)	0,111*** (0,025)	0,089*** (0,030)
Autoeficacia Matemáticas	0,247*** (0,004)	0,257*** (0,006)	0,249*** (0,005)	0,238*** (0,005)	0,233*** (0,005)	0,228*** (0,006)
Bienestar Subjetivo	-0,050*** (0,015)	-0,034 (0,021)	-0,057*** (0,018)	-0,075*** (0,017)	-0,106*** (0,022)	-0,118*** (0,025)
Nota Matemáticas 7 <sup>o</sup> B (2007)	0,256*** (0,003)	0,263*** (0,004)	0,255*** (0,004)	0,252*** (0,004)	0,246*** (0,004)	0,246*** (0,005)
SIMCE 2 <sup>o</sup> M Mate Escuela (2008)	0,469*** (0,007)	0,505*** (0,008)	0,471*** (0,007)	0,437*** (0,007)	0,408*** (0,007)	0,394*** (0,007)
Mujer x Autoeficacia General	0,147*** (0,024)	0,150*** (0,032)	0,157*** (0,027)	0,161*** (0,029)	0,144*** (0,032)	0,119*** (0,038)
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,035*** (0,005)	-0,035*** (0,007)	-0,037*** (0,006)	-0,033*** (0,006)	-0,030*** (0,006)	-0,018** (0,008)
Mujer x Bienestar Subjetivo	-0,053*** (0,020)	-0,058** (0,028)	-0,040* (0,024)	-0,047* (0,025)	-0,026 (0,029)	-0,012 (0,035)
Casos	128.547	128.547	128.547	128.547	128.547	128.547
F	3134,933					
p	0,000					
R <sup>2</sup>	0,623	0,623	0,623	0,623	0,622	0,620

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Puntajes estandarizados. Errores estándar calculados por clusters (Escuela en 2<sup>o</sup> medio), modelos calculados con constante. Regresiones por cuantiles (P25, P50, P75, P90, P95) relativos a la variable SIMCE Matemáticas 2010. Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). En el caso de OLS se reporta  $R^2$ , En regresiones por cuantiles se reporta pseudo  $R^2$ .

Tabla 3.4: Resultados SIMCE Matemáticas 2010 y coeducación, OLS y regresiones por cuantiles de resultados en SIMCE Matemáticas (mujeres).

	OLS	P25	P50	P75	P90	P95
Estudia en escuela femenina	0,035* (0,020)	0,038 (0,025)	0,038** (0,019)	0,026 (0,019)	0,018 (0,018)	0,001 (0,021)
Autoeficacia General	0,266*** (0,019)	0,296*** (0,026)	0,273*** (0,021)	0,210*** (0,023)	0,185*** (0,026)	0,132*** (0,035)
Autoeficacia Matemáticas	0,216*** (0,004)	0,223*** (0,005)	0,214*** (0,004)	0,210*** (0,004)	0,204*** (0,005)	0,213*** (0,007)
Bienestar Subjetivo	-0,125*** (0,016)	-0,125*** (0,022)	-0,114*** (0,019)	-0,126*** (0,020)	-0,151*** (0,021)	-0,132*** (0,028)
Nota Mate 7 <sup>o</sup> B (2007)	0,262*** (0,005)	0,271*** (0,006)	0,259*** (0,005)	0,254*** (0,005)	0,254*** (0,005)	0,255*** (0,007)
SIMCE 2 <sup>o</sup> M Mate Escuela (2008)	0,451*** (0,007)	0,491*** (0,009)	0,450*** (0,008)	0,415*** (0,007)	0,388*** (0,008)	0,383*** (0,010)
Casos	48.541	48.541	48.541	48.541	48.541	48.541
F	1885,671					
p	0,000					
R <sup>2</sup>	0,599	0,598	0,599	0,598	0,597	0,595

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Puntajes estandarizados. Errores estándar calculados por clusters (Escuela en 2<sup>o</sup> medio), modelos calculados con constante. Regresiones por cuantiles (P25, P50, P75, P90, P95) relativos a la variable SIMCE Matemáticas 2010. Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). En el caso de OLS se reporta  $R^2$ , En regresiones por cuantiles se reporta pseudo  $R^2$ .



Tabla 3.5: Resultados PSU Matemáticas 2013, OLS y regresiones por cuantiles de resultados en PSU Matemáticas, todos los estudiantes.

	OLS	P25	P50	P75	P90	P95
Mujer	-0,094*** (0,007)	-0,072*** (0,007)	-0,084*** (0,007)	-0,110*** (0,007)	-0,135*** (0,009)	-0,156*** (0,011)
Autoeficacia General	-0,018 (0,017)	-0,023 (0,021)	-0,031* (0,017)	-0,033* (0,019)	-0,053** (0,026)	-0,023 (0,035)
Autoeficacia Matemáticas	0,110*** (0,004)	0,097*** (0,005)	0,103*** (0,004)	0,112*** (0,004)	0,126*** (0,005)	0,143*** (0,006)
Bienestar Subjetivo	-0,056*** (0,015)	-0,043** (0,020)	-0,043*** (0,016)	-0,073*** (0,018)	-0,053** (0,023)	-0,081** (0,033)
Nota Matemáticas 4ºM (2012)	0,191*** (0,003)	0,182*** (0,004)	0,192*** (0,003)	0,210*** (0,004)	0,222*** (0,004)	0,233*** (0,005)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)	0,272*** (0,007)	0,278*** (0,008)	0,271*** (0,007)	0,269*** (0,007)	0,267*** (0,008)	0,273*** (0,010)
Mujer x Autoeficacia General	0,022 (0,021)	0,067** (0,027)	0,044** (0,022)	-0,005 (0,025)	-0,011 (0,033)	-0,083* (0,045)
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,034*** (0,004)	-0,020*** (0,005)	-0,029*** (0,005)	-0,039*** (0,005)	-0,050*** (0,006)	-0,064*** (0,007)
Mujer x Bienestar Subjetivo	0,075*** (0,019)	0,064** (0,026)	0,060*** (0,022)	0,083*** (0,023)	0,051* (0,029)	0,083** (0,039)
SIMCE Mate 2010	0,450*** (0,004)	0,507*** (0,005)	0,439*** (0,005)	0,383*** (0,005)	0,348*** (0,005)	0,324*** (0,007)
Casos	98.242	98.242	98.242	98.242	98.242	98.242
F	3452,091					
p	0,000					
R <sup>2</sup>	0,748	0,747	0,748	0,746	0,743	0,739

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Puntajes estandarizados. Errores estándar calculados por clusters (Escuela en 2º medio), modelos calculados con constante. Regresiones por cuantiles (P25, P50, P75, P90, P95) relativos a la variable PSU Matemáticas 2013. Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). En el caso de OLS se reporta  $R^2$ , En regresiones por cuantiles se reporta pseudo  $R^2$ .

Tabla 3.6: Resultados PSU Matemáticas 2013 y coeducación, OLS y regresiones por cuantiles de resultados en PSU Matemáticas (mujeres).

	OLS	P25	P50	P75	P90	P95
Estudia en escuela femenina	-0,022 (0,019)	-0,015 (0,018)	-0,022 (0,017)	-0,023 (0,018)	-0,035* (0,019)	-0,038 (0,027)
Autoeficacia General	0,013 (0,015)	0,030 (0,021)	0,016 (0,016)	-0,022 (0,017)	-0,044** (0,019)	-0,063** (0,025)
Autoeficacia Matemáticas	0,085*** (0,003)	0,081*** (0,004)	0,080*** (0,003)	0,084*** (0,003)	0,091*** (0,004)	0,101*** (0,005)
Bienestar Subjetivo	0,015 (0,013)	0,019 (0,017)	0,018 (0,015)	0,006 (0,015)	-0,006 (0,017)	0,004 (0,019)
Nota Mate 4ºM (2012)	0,171*** (0,004)	0,169*** (0,005)	0,177*** (0,004)	0,188*** (0,004)	0,194*** (0,005)	0,202*** (0,006)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)	0,276*** (0,007)	0,288*** (0,008)	0,281*** (0,007)	0,268*** (0,007)	0,261*** (0,008)	0,263*** (0,010)
SIMCE Mate 2010	0,450*** (0,005)	0,515*** (0,006)	0,441*** (0,006)	0,384*** (0,005)	0,348*** (0,006)	0,319*** (0,008)
Casos	53.429	53.429	53.429	53.429	53.429	53.429
F	3077,627					
p	0,000					
R <sup>2</sup>	0,729	0,729	0,729	0,728	0,726	0,723

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Puntajes estandarizados. Errores estándar calculados por clusters (Escuela en 2º medio), modelos calculados con constante. Regresiones por cuantiles (P25, P50, P75, P90, P95) relativos a la variable PSU Matemáticas 2013. Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). En el caso de OLS se reporta  $R^2$ , En regresiones por cuantiles se reporta pseudo  $R^2$ .

Tabla 3.7: Resultados PSU Matemáticas 2013, OLS según preferencias de carrera y regresiones por cuantiles de resultados en PSU Matemáticas carreras STEM, carreras de todas las instituciones de educación superior (CFT, IP, U).

	OLS (Todos)	OLS (no STEM)	OLS (STEM)	P90 (STEM)	P95 (STEM)
Mujer	-0,094*** (0,007)	-0,098*** (0,007)	-0,068*** (0,015)	-0,125*** (0,022)	-0,132*** (0,033)
Autoeficacia General	-0,018 (0,017)	-0,031 (0,024)	-0,027 (0,030)	-0,006 (0,056)	0,068 (0,065)
Autoeficacia Matemáticas	0,110*** (0,004)	0,088*** (0,005)	0,114*** (0,008)	0,120*** (0,013)	0,137*** (0,014)
Bienestar Subjetivo	-0,056*** (0,015)	-0,040* (0,022)	-0,083*** (0,027)	-0,089** (0,044)	-0,093 (0,071)
Nota Mate 4ºM (2012)	0,191*** (0,003)	0,193*** (0,004)	0,234*** (0,006)	0,272*** (0,010)	0,282*** (0,013)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)	0,272*** (0,007)	0,277*** (0,007)	0,279*** (0,012)	0,289*** (0,018)	0,280*** (0,026)
Mujer x Autoeficacia General	0,022 (0,021)	0,036 (0,028)	0,008 (0,055)	-0,086 (0,085)	-0,260** (0,124)
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,034*** (0,004)	-0,019*** (0,005)	-0,030*** (0,011)	-0,036** (0,016)	-0,032 (0,024)
Mujer x Bienestar Subjetivo	0,075*** (0,019)	0,079*** (0,026)	0,094* (0,050)	-0,020 (0,073)	0,026 (0,107)
SIMCE Mate 2010	0,450*** (0,004)	0,441*** (0,005)	0,464*** (0,009)	0,386*** (0,016)	0,369*** (0,019)
Casos	98.242	47.790	16.371	16.371	16.371
F	3452,091	2471,587	1193,588		
p	0,000	0,000	0,000		
R <sup>2</sup>	0,748	0,750	0,785	0,780	0,777

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Puntajes estandarizados. Errores estándar calculados por clusters (Escuela en 2º medio), modelos calculados con constante. Regresiones por cuantiles (P90, P95) relativos a la variable PSU Matemáticas 2013. Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). En el caso de OLS se reporta  $R^2$ , En regresiones por cuantiles se reporta pseudo  $R^2$ .

Tabla 3.8: Resultados PSU Matemáticas 2013, OLS según preferencias de carrera y regresiones por cuantiles de resultados en PSU Matemáticas carreras STEM, sólo carreras universitarias.

	OLS (Todos)	OLS (no STEM)	OLS (STEM)	P90 (STEM)	P95 (STEM)
Mujer	-0,121*** (0,007)	-0,101*** (0,007)	-0,135*** (0,016)	-0,176*** (0,027)	-0,196*** (0,038)
Autoeficacia General	-0,082*** (0,021)	-0,078*** (0,025)	-0,065* (0,033)	0,010 (0,061)	0,034 (0,068)
Autoeficacia Matemáticas	0,117*** (0,005)	0,098*** (0,005)	0,101*** (0,008)	0,123*** (0,014)	0,135*** (0,015)
Bienestar Subjetivo	-0,033* (0,019)	-0,024 (0,023)	-0,047 (0,030)	-0,066 (0,061)	-0,086 (0,074)
Nota Mate 4ºM (2012)	0,228*** (0,004)	0,211*** (0,004)	0,256*** (0,007)	0,287*** (0,012)	0,307*** (0,016)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)	0,286*** (0,008)	0,279*** (0,007)	0,296*** (0,013)	0,291*** (0,026)	0,301*** (0,021)
Mujer x Autoeficacia General	-0,004 (0,027)	0,011 (0,030)	-0,017 (0,058)	-0,084 (0,096)	-0,278* (0,148)
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,035*** (0,005)	-0,015*** (0,006)	-0,017 (0,012)	-0,035* (0,018)	-0,021 (0,024)
Mujer x Bienestar Subjetivo	0,056** (0,025)	0,051* (0,028)	0,050 (0,052)	0,018 (0,085)	0,116 (0,113)
SIMCE Mate 2010	0,386*** (0,006)	0,382*** (0,006)	0,399*** (0,011)	0,369*** (0,020)	0,352*** (0,022)
Casos	43.261	31.833	11.428	11.428	11.428
F	1573,091	1290,51	587,788		
p	0,000	0,000	0,000		
R <sup>2</sup>	0,748	0,734	0,735	0,729	0,725

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Puntajes estandarizados. Errores estándar calculados por clusters (Escuela en 2º medio), modelos calculados con constante. Regresiones por cuantiles (P90, P95) relativos a la variable PSU Matemáticas 2013. Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). En el caso de OLS se reporta  $R^2$ , En regresiones por cuantiles se reporta pseudo  $R^2$ .

### 3.4. Brechas de género en SIMCE 2010 y PSU 2013 en la muestra de mellizos mixtos

La muestra de mellizos permite realizar una comparación más precisa de las características del hogar y genéticas de los estudiantes (además de incorporar las covariables utilizadas en la sección anterior). En efecto, al incorporar una estimación del efecto fijo de cada hogar, se puede dar cuenta de factores no observables que podrían afectar los resultados en los tests de matemáticas (Carlin, 2005).

Para estudiar el problema de las brechas de género en la muestra de mellizos proponemos un modelo con un efecto fijo por hogar para cada test:

$$simce_{ij} = (\phi_j + u_{ij}) + \eta_1 g_{ij} + \eta_2 X_{ij} + \eta_3 xsimce_{ij} + \xi_{ij}^s \quad (3.5)$$

$$psu_{ij} = (\omega_j + \tau_{ij}) + \mu_1 g_{ij} + \mu_2 X_{ij} + \mu_3 xsimce_{ij} + \mu_4 simce_{ij} + \xi_{ij}^p \quad (3.6)$$

donde  $simce_{ij}$  es el puntaje en SIMCE Matemáticas 2010 del estudiante  $i$  que pertenece al hogar  $j$  y  $psu_{ij}$  es el puntaje en PSU Matemáticas 2013 del estudiante  $i$  que pertenece al hogar  $j$ .  $\phi_j$  es el efecto fijo en SIMCE de Matemáticas de las características del hogar  $j$  y  $u_{ij}$  es el error del estudiante  $i$  en el efecto fijo en SIMCE de Matemáticas correspondiente al hogar  $j$ , mientras que  $\omega_j$  es el efecto fijo en PSU de Matemáticas de las características del hogar  $j$  y  $\tau_{ij}$  es el error del estudiante  $i$  en el efecto fijo en PSU de Matemáticas correspondiente al hogar  $j$ . Por otro lado,  $g_{ij}$  corresponde al género del estudiante,  $X_{ij}$  es un vector de características individuales del estudiante  $i$ , donde se incluyen las variables de autoeficacia y bienestar, inversión de los estudiantes (trabajo extraescolar y libros leídos), expectativas educacionales de estudiante y notas de matemáticas en Cuarto Medio (estandarizadas a nivel del establecimiento). Finalmente,  $xsimce_{ij}$  es el promedio SIMCE Matemáticas 2010 del establecimiento del estudiante y  $\xi_{ij}^s$  y  $\xi_{ij}^p$  los errores en cada ecuación.

Se calcularon tres especificaciones diferentes: la primera considera las covariables usuales, controles por inversión y expectativas de los padres e inversión y expectativas de los estudiantes, e interacciones. La segunda no incorpora inversión y expectativas de los padres, y en la tercera no se consideran las interacciones<sup>3</sup>. Ninguna especificación incorporó características propias del hogar y que son comunes a la pareja de mellizos (máximo nivel educacional alcanzado por alguno de los padres e ingreso del hogar) debido a que están consideradas en el efecto fijo.

La Tabla 3.9 presenta las estimaciones de estos modelos para las pruebas SIMCE y PSU de matemáticas en la muestra de mellizos. Los resultados muestran que existen pocas variables con un efecto significativo, lo que tiene sentido debido a lo similares que son las parejas de mellizos. El puntaje promedio SIMCE del establecimiento aparece como un factor importante, cuando los hermanos asisten a diferentes escuelas.

<sup>3</sup>Debido a la baja cantidad de casos en la muestra de mellizos se especificaron modelos con menos variables explicativas. Los resultados muestran que el cambio en la cantidad de variables no afecta en forma importante las estimaciones de los coeficientes, pero si la significación de estos.

También tienen un efecto significativo las notas en matemáticas: el hermano que tiene mejores notas en matemáticas también logra mejores puntajes en SIMCE y PSU. Respecto de las variables de habilidades no cognitivas, sólo es significativo el efecto de la autoeficacia en matemáticas, y sólo en la prueba SIMCE. En el caso de las mujeres, la mayor autoeficacia en matemáticas tiene un efecto negativo en los puntajes SIMCE (pero no en PSU).

Los resultados muestran que la brecha de género es mayor en PSU, y significativa en el modelo (3) de PSU de matemáticas, y no es significativa en ninguno de los modelos de SIMCE. Este resultado indica que contrario a lo que observamos en la población general, en la muestra de mellizos –controlando por un efecto fijo del hogar y características individuales– las mujeres se desempeñan en promedio igual que los hombres en el test SIMCE de matemáticas, pero disminuyen sus resultados en forma significativa en el test PSU.

### 3.5. Diferencia en las estimaciones de brechas de género en matemáticas como un problema de variable omitida

La comparación de mellizos revela una brecha en PSU pero no en la prueba SIMCE. Como observamos anteriormente, al analizar SIMCE y PSU en la población general, en ambas pruebas encontramos evidencia de una brecha de género, aun controlando por covariables. La diferencia en ambas estimaciones está dada por un control mejor de las características del hogar, producto de las comparaciones en mellizos.

Esto significa que, si las estimaciones en la muestra de mellizos son más precisas, entonces existen características no observables presentes a nivel de los hogares que impiden utilizar la muestra de población general para calcular las brechas de género en las pruebas SIMCE y PSU: mientras que en las estimaciones con la población total se aprecian brechas en SIMCE y PSU, y una brecha mayor en SIMCE, en las estimaciones con mellizos solo se observa una brecha significativa en PSU.

El problema de variable omitida en las estimaciones OLS tiene importantes consecuencias, ya que produce un estimador sesgado. En efecto, si suponemos que el verdadero modelo a estimar es

$$Y = X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + \varepsilon$$

–donde  $X_1$  y  $X_2$  son subconjuntos de las  $K$  variables explicativas– pero en realidad se estima el modelo

$$Y = X_1\beta_1 + \varepsilon$$

entonces el estimador OLS de  $\beta_1$  será

$$\begin{aligned}\hat{\beta}_1 &= (X_1'X_1)^{-1}(X_1'Y) \\ \hat{\beta}_1 &= (X_1'X_1)^{-1}(X_1'(\beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \varepsilon)) \\ \hat{\beta}_1 &= \beta_1 + (X_1'X_1)^{-1}(X_1'X_2)\beta_2 + (X_1'X_1)^{-1}(X_1'\varepsilon)\end{aligned}$$

El estimador  $\hat{\beta}_1$  ya no es insesgado, pues

$$\begin{aligned}\mathbb{E}[\hat{\beta}_1] &= \mathbb{E}[\beta_1 + (X_1'X_1)^{-1}(X_1'X_2)\beta_2 + (X_1'X_1)^{-1}(X_1'\varepsilon)] \\ \mathbb{E}[\hat{\beta}_1] &= \beta_1 + (X_1'X_1)^{-1}(X_1'X_2)\beta_2\end{aligned}$$

por lo que el sesgo es igual a  $(X_1'X_1)^{-1}(X_1'X_2)\beta_2$ .

También existe un efecto sobre la varianza estimada. Si sólo se considera el conjunto de variables  $X_1$  entonces la varianza estimada por OLS será

$$V(\hat{\beta}_1)_{est} = \sigma_\varepsilon^2(X_1'X_1)^{-1}$$

mientras que la verdadera varianza debería considerar el conjunto completo de variables explicativas  $X_{N \times K} = [X_1, X_2]$

$$\begin{aligned}(X'X)^{-1} &= \left[ \begin{array}{c|c} X_1' & [X_1', X_2'] \\ \hline X_2' & \end{array} \right]^{-1} \\ (X'X)^{-1} &= \begin{bmatrix} X_1'X_1 & X_1'X_2 \\ X_2'X_1 & X_2'X_2 \end{bmatrix}^{-1}\end{aligned}$$

Si asumimos que  $X_1'X_1 = A$ ,  $X_2'X_2 = B$  y  $X_1'X_2 = C$ , entonces se tiene que

$$\begin{aligned}(X'X)^{-1} &= \begin{bmatrix} A & C \\ C^{-1} & B \end{bmatrix}^{-1} \\ (X'X)^{-1} &= \begin{bmatrix} A^{-1}(Id + CFC'A^{-1}) & -A^{-1}CF \\ -FC'A^{-1} & F \end{bmatrix}^{-1}\end{aligned}$$

donde  $F = (B - C'A^{-1}C)^{-1}$ . Así, la verdadera varianza será  $-A^{-1}CF$ , de dimensión  $K_1 \times K_1$ , igual a

$$V(\hat{\beta}_1)_{verdadera} = \sigma_\varepsilon^2(X_1'[Id_N - X_2(X_2'X_2)^{-1}X_2']X_1)^{-1}$$

La varianza estimada es menor que la verdadera: es decir,  $V(\hat{\beta}_1)_{verdadera} - V(\hat{\beta}_1)_{est}$  es semi-definida positiva. Esto ya que

$$V(\hat{\beta}_1)_{est}^{-1} - V(\hat{\beta}_1)_{verdadera}^{-1} = \sigma_\varepsilon^2 \cdot \left\{ (X_1'X_1)^{-1} - (X_1'[Id_N - X_2(X_2'X_2)^{-1}X_2']X_1) \right\}$$

de donde se tiene que  $(X_1'X_2)(X_2'X_2)^{-1}(X_2'X_1)$  es semi-definida positiva<sup>4</sup>.

De este modo, el problema de variable omitida en OLS (i) hace que el estimador OLS ya no sea insesgado, y (ii) produce una estimación de la varianza que subestima la verdadera varianza. Ambas situaciones podrían explicar en parte los distintos resultados que se observan en la comparación de la muestra completa de estudiantes y la muestra de mellizos, en el contexto del problema de variable omitida: por un lado, las estimaciones del efecto del género en la prueba SIMCE podrían estar sesgadas. Además, una subestimación de la verdadera varianza del estimador podría generar falsos resultados significativos: en particular en este caso, el efecto de la variable género.

<sup>4</sup>Teorema (Amemiya): Si las matrices  $A$  y  $B$  son invertibles, entonces  $A - B$  es semi-definida positiva si y solo si  $B^{-1} - A^{-1}$  es semi-definida positiva (Amemiya, 1994).

### 3.6. Diferencia en las estimaciones de brechas de género en matemáticas como un problema de correlación en los errores

Recordemos que para analizar el efecto de la variable género en las pruebas SIMCE y PSU antes estimamos los siguientes modelos en la población general

$$simce_i = \beta_1 g_i + \beta_2 X_i + \beta_3 H_i + \beta_4 mujer \times N_i + \beta_5 xsimce_i + \varepsilon_i^s$$

$$psu_i = \lambda_1 g_i + \lambda_2 X_i + \lambda_3 H_i + \lambda_4 mujer \times N_i + \lambda_5 xsimce_i + \lambda_6 simce_i + \varepsilon_i^p$$

Al estimar ambos modelos en forma independiente en la sección anterior, asumimos implícitamente que  $Cov(\varepsilon_i^s, \varepsilon_i^p) = 0$ . Sin embargo, puede pensarse que los errores en cada medición podrían estar relacionados a nivel de cada estudiante  $i$ . En este caso el supuesto de independencia de los errores podría ser excesivo y afectar los resultados. Para evaluar esta situación, estimamos los modelos en forma independiente ( $Cov(\varepsilon_i^s, \varepsilon_i^p) = 0$ ) y en forma simultánea, permitiendo que  $Cov(\varepsilon_i^s, \varepsilon_i^p) \neq 0$ , a través de un modelo de máxima verosimilitud (simultáneo).

La Tabla 3.10 compara los resultados de ambas estimaciones. Se puede observar que las variaciones son muy pequeñas al considerar la relación entre los errores, y no cambian en forma sustancial los resultados.

### 3.7. Resumen de resultados

Los resultados permiten inferir que las habilidades matemáticas de las mujeres en la muestra de mellizos no son inferiores a las de los hombres: su desempeño es similar en el test de Matemáticas SIMCE 2010 (no competitivo), pero luego se observan brechas significativas en PSU Matemáticas 2013 (test competitivo).

Las diferencias en las estimaciones en la población general y en la muestra de mellizos no se explican por el hecho de que no se considera la correlación de los errores en los tests SIMCE y PSU. La diferencia en la estimación del impacto del género en los tests podría deberse más bien a la inclusión de un efecto fijo por hogar en el caso de los mellizos, lo que indicaría un problema de variable omitida en las estimaciones en la población general.

La evidencia anterior muestra que se observan brechas de género en el test de matemáticas competitivo (PSU), no así en el no competitivo (SIMCE). Es importante ahora considerar una medida adicional de desempeño en matemáticas para evaluar las diferencias o semejanzas en la habilidad latente en matemáticas de hombres y mujeres.

En la sección siguiente analizaremos el desempeño de hombres y mujeres con respecto a la retención en primer año de educación superior. Además de las estimaciones generales,



analizaremos si el desempeño en retención de las mujeres es similar o superior a los hombres en la muestra de estudiantes que ingresaron a carreras STEM. Si en este grupo se aprecian brechas negativas (hacia las mujeres) en PSU, y positivas en retención, esto podría ser evidencia adicional de que la brecha que se detecta en PSU no corresponde a una diferencia real en la habilidad matemática de hombres y mujeres, sino que está asociada a la competitividad de la prueba.

Tabla 3.9: Resultados SIMCE Matemáticas 2010 y PSU Matemáticas 2013, muestra de mellizos.

	SIMCE (1)	SIMCE (2)	SIMCE (3)	PSU (1)	PSU (2)	PSU (3)
Mujer	0,033 (0,097)	-0,005 (0,097)	-0,079 (0,102)	-0,124 (0,108)	-0,163 (0,105)	-0,181* (0,094)
Autoeficacia General	-0,351 (0,655)	-0,476 (0,652)	0,436 (0,407)	0,600 (0,723)	0,428 (0,680)	0,392 (0,334)
Autoeficacia Matemáticas	0,362*** (0,104)	0,374*** (0,104)	0,181** (0,087)	0,020 (0,099)	0,013 (0,099)	-0,032 (0,064)
Bienestar Subjetivo	1,080 (0,673)	0,819 (0,722)	-0,031 (0,492)	0,648 (0,581)	0,324 (0,599)	0,317 (0,424)
Nota Mate 7ºB (2007)	0,328*** (0,087)	0,364*** (0,095)	0,358*** (0,098)			
SIMCE Mate 2010				0,483*** (0,096)	0,574*** (0,099)	0,588*** (0,093)
Nota Mate 4ºM (2012)				0,209*** (0,061)	0,212*** (0,063)	0,192*** (0,062)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2008)	0,344*** (0,126)	0,336*** (0,118)	0,342*** (0,122)			
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)				0,423*** (0,134)	0,350** (0,136)	0,353** (0,138)
Mujer x Autoeficacia General	1,275 (0,785)	1,269* (0,731)		-0,063 (0,771)	0,006 (0,756)	
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,150 (0,121)	-0,226** (0,113)		-0,016 (0,114)	-0,092 (0,100)	
Mujer x Bienestar Subjetivo	-1,784** (0,784)	-1,425* (0,811)		-0,348 (0,611)	-0,048 (0,642)	
$\sigma_u$	0,625	0,586	0,573	0,462	0,389	0,397
$\sigma_e$	0,459	0,481	0,493	0,409	0,418	0,410
$\rho$	0,650	0,597	0,575	0,561	0,464	0,484
$Corr(u_i, X_b)$	0,008	0,107	0,216	-0,122	-0,035	-0,044
$N$	138	138	138	138	138	138
grupos	69	69	69	69	69	69
$R^2$ within	0,586	0,509	0,455	0,709	0,672	0,667
$R^2$ between	0,463	0,536	0,577	0,760	0,827	0,820
$R^2$ overall	0,489	0,529	0,546	0,749	0,796	0,790
$R^2$ adjusted	0,524	0,453	0,408	0,663	0,632	0,636
$F$	9,410	4,913	5,175	11,187	12,584	13,552
$p$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Puntajes estandarizados. Errores estándar calculados por clusters (escuela en 2º medio), modelos calculados con constante. Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). Modelo (1): Se aplicaron controles por inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses), expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles) e interacciones para mujeres. Modelo (2): Se usaron los mismos controles anteriores excepto las expectativas de los padres y de los estudiantes. No se controló por nivel educacional del hogar ni ingresos del hogar debido a que se usaron las características del hogar como efecto fijo. Modelo (3): Igual al Modelo (2) pero no se incluyen interacciones. STEM: carreras del área de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Tabla 3.10: Resultados SIMCE 2010 Matemáticas y PSU 2013 Matemáticas, estimaciones OLS y ML simultáneo

	OLS SIMCE (1)	OLS PSU (1)	ML SIMULTÁNEO	
			SIMCE (2)	PSU (2)
Mujer	-0,136*** (0,007)	-0,155*** (0,007)	-0,134*** (0,007)	-0,148*** (0,007)
Autoeficacia General	0,179*** (0,018)	0,014 (0,019)	0,203*** (0,018)	0,073*** (0,019)
Autoeficacia Matemáticas	0,247*** (0,004)	0,205*** (0,004)	0,260*** (0,004)	0,233*** -0,004
Bienestar Subjetivo	-0,050*** (0,015)	-0,089*** (0,016)	-0,049*** (0,015)	-0,085*** (0,016)
Mujer x Autoeficacia General	0,147*** (0,024)	0,106*** (0,024)	0,160*** (0,024)	0,113*** (0,025)
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,035*** (0,005)	-0,045*** (0,005)	-0,037*** (0,005)	-0,051*** (0,005)
Mujer x Bienestar Subjetivo	-0,053*** (0,020)	0,052** (0,021)	-0,051*** (0,020)	0,055*** (0,021)
Nota Mate 7ºB (2007)	0,256*** (0,003)		0,212*** (0,003)	
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2008)	0,469*** (0,007)		0,452*** (0,007)	
Nota Mate 4ºM (2012)		0,302*** (0,004)		0,243*** (0,003)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)		0,532*** (0,006)		0,488*** (0,007)
Casos	128.547	98.884	140.771	
<i>F</i>	3134,933	2574,153		
<i>p</i>	0,000	0,000		
<i>R</i> <sup>2</sup>	0,623	0,681		

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Estimaciones OLS (1) y simultáneas por máxima verosimilitud, asumiendo correlación en los errores (2).  $Cov(v_{simce}, v_{psu}) = 0,136$  (significativa al 99%). Errores estándar calculados por clusters (escuela en 2º medio). Se aplicaron controles por inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles).

## Capítulo 4

# Género y retención de estudiantes en educación superior

En esta sección analizamos una medida adicional de desempeño de los estudiantes: la retención en primer año en carreras de educación superior. Mientras que el objetivo de las pruebas SIMCE es evaluar la calidad de la educación en el sistema escolar, la prueba PSU tiene por objeto “*la selección de estudiantes para la continuación de estudios universitarios*”<sup>1</sup>. Ambas pruebas se basan en los Objetivos Fundamentales y los Contenidos Mínimos Obligatorios asociados al currículum educacional chileno. La PSU además tiene un potencial predictivo: apunta a seleccionar a los estudiantes con mayores habilidades y conocimientos para abordar carreras de educación superior, de modo que se espera que aquellos con mejores puntajes puedan tener un desempeño adecuado en estas.

El éxito en educación superior depende de muchos factores personales (habilidades, conocimientos, preferencias, características de personalidad, bagaje cultural), contextuales (apoyo externo, características del hogar, contingencias) e incluso asociados a las propias instituciones de educación superior (características de la docencia, dificultad de los programas, apoyo a los estudiantes, etc.).

En este caso entendemos éxito en educación superior el que un o una estudiante supere el primer año de educación superior y aparezca matriculado o matriculada al año siguiente en la misma carrera. Esta medida no indica nada sobre su desempeño específico en los cursos de su programa de educación superior, sino que señala si hubo persistencia en el estudio de la carrera o si el estudiante abandonó la carrera. Como veremos más adelante, existe una proporción importante de estudiantes que abandonan los programas en que se matriculan en primer año, por lo que la retención de primer año parece ser un buen indicador de desempeño. Especialmente en carreras STEM, donde la retención es menor.

Consideramos sólo el grupo de estudiantes que egresó en 2012 del sistema escolar y se matriculó en 2013 en alguna carrera de educación superior, de modo de no incluir en la comparación a los estudiantes que se cambian de programas o que rinden la PSU más

---

<sup>1</sup>Ver “*Características generales de la PSU*” (<http://www.psu.demre.cl/la-prueba/que-es-la-psu/caracteristicas-psu>)

de una vez, ya que corresponden a una población que probablemente tiene características diferentes.

## 4.1. Matrícula en primer año de educación superior

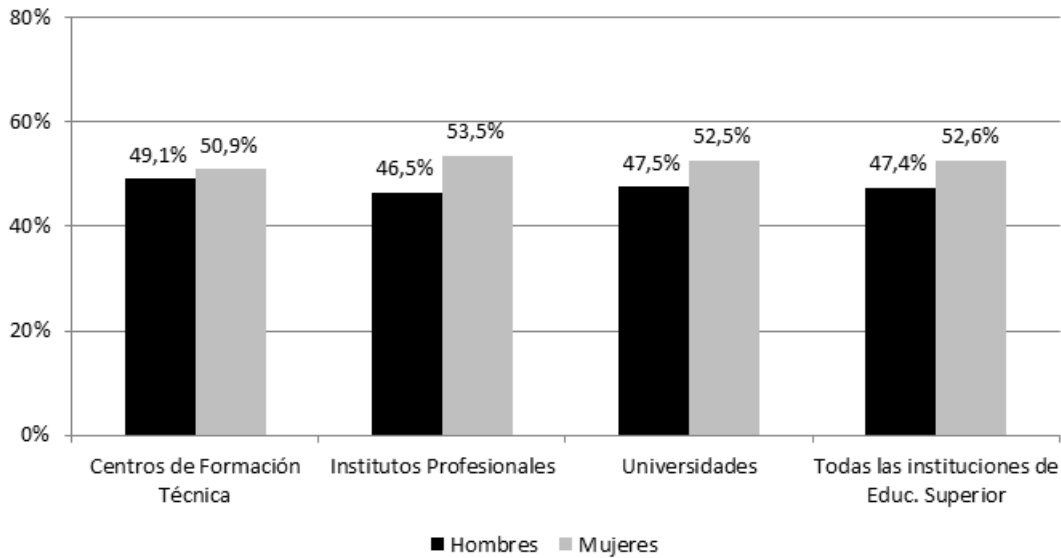
La Figura 4.1 muestra que existe una proporción superior de mujeres que se matriculan en educación superior (un 5 % mayor que los hombres). Estas proporciones se mantienen similares en el acceso a Universidades e Institutos Profesionales, y muestran una diferencia en los Centros de Formación Técnica, donde la matrícula de hombres y mujeres es casi la misma.

Sin embargo, si consideramos los distintos tipos de carreras vemos diferencias importantes: al considerar todas las instituciones de educación superior se puede apreciar que sólo un 21 % de la matrícula de las carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) corresponde a mujeres, mientras que el grupo de carreras no STEM esta proporción aumenta a un 62 % (Figura 4.2). Si analizamos solamente los programas ofrecidos por universidades, vemos que la participación de mujeres en la matrícula de carreras STEM aumenta a un 25 %, mientras que en el grupo no STEM se mantiene similar (61 %) (Figura 4.3).

Al revisar una clasificación desagregada de carreras y áreas de estudio se puede observar una importante brecha de género en la matrícula de educación superior. Al considerar todas las instituciones de educación superior (Figura 4.4) se observa que carreras de las áreas de Servicios Sociales, Medicina, Formación de Personal Docente y Ciencias Sociales y del Comportamiento tienen sobre un 70 % de estudiantes mujeres matriculadas en primer año, mientras que Servicios de Transporte, Ingeniería y Profesiones afines e Informática tienen menos de un 20 % de matrícula femenina (Informática alcanza sólo 14 %). Cuando se observa la matrícula universitaria se observan resultados similares (Figura 4.5).

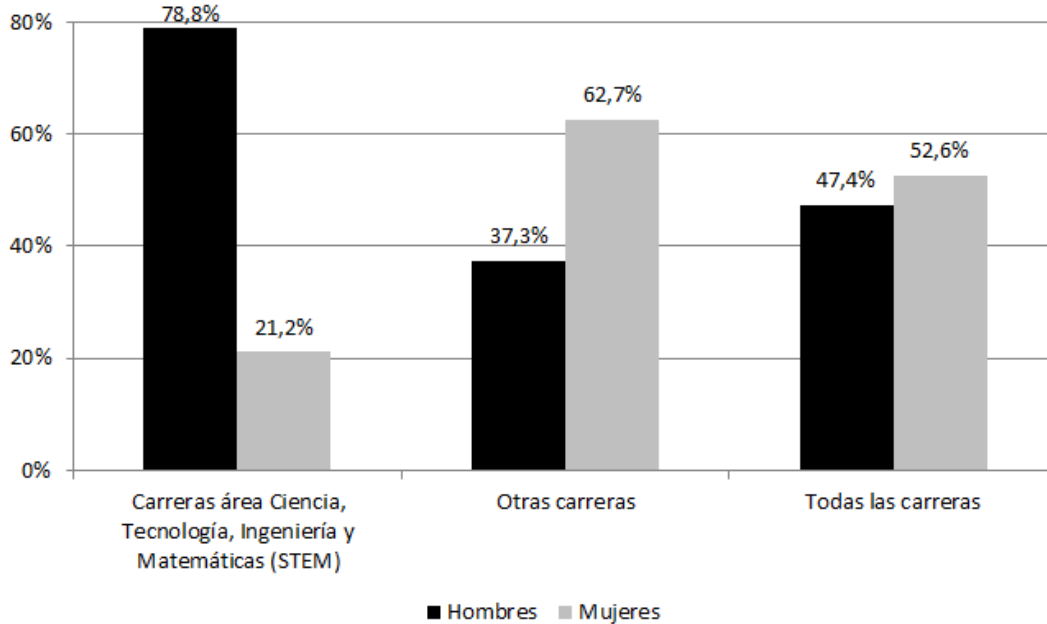
Esto no excluye la presencia femenina en carreras STEM: a pesar de que existe una baja matrícula de mujeres en ingeniería e informática, en otras áreas del conocimiento la presencia de mujeres es mayor, en particular en Ciencias Físicas (49 % de mujeres) y Matemáticas y Estadística (35 % de mujeres).

Figura 4.1: Matrícula de primer año en instituciones de Educación Superior según género.



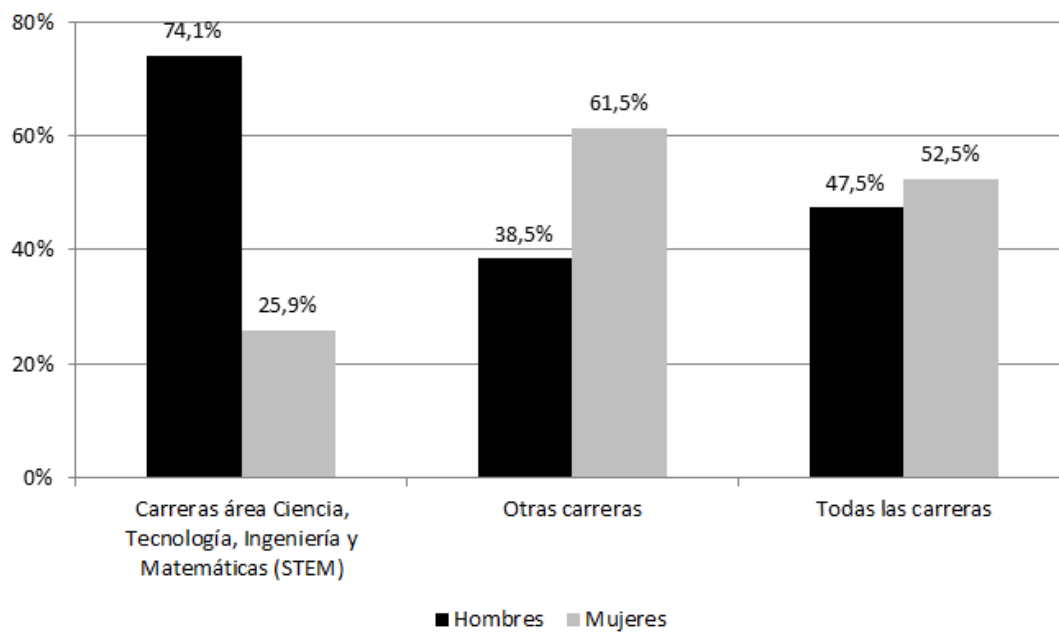
Nota: Estudiantes que egresaron en 2012 de Cuarto Medio e ingresan en 2013 a educación superior.

Figura 4.2: Matrícula de primer año en instituciones de Educación Superior según género y área de estudio (CFT, IP, U).



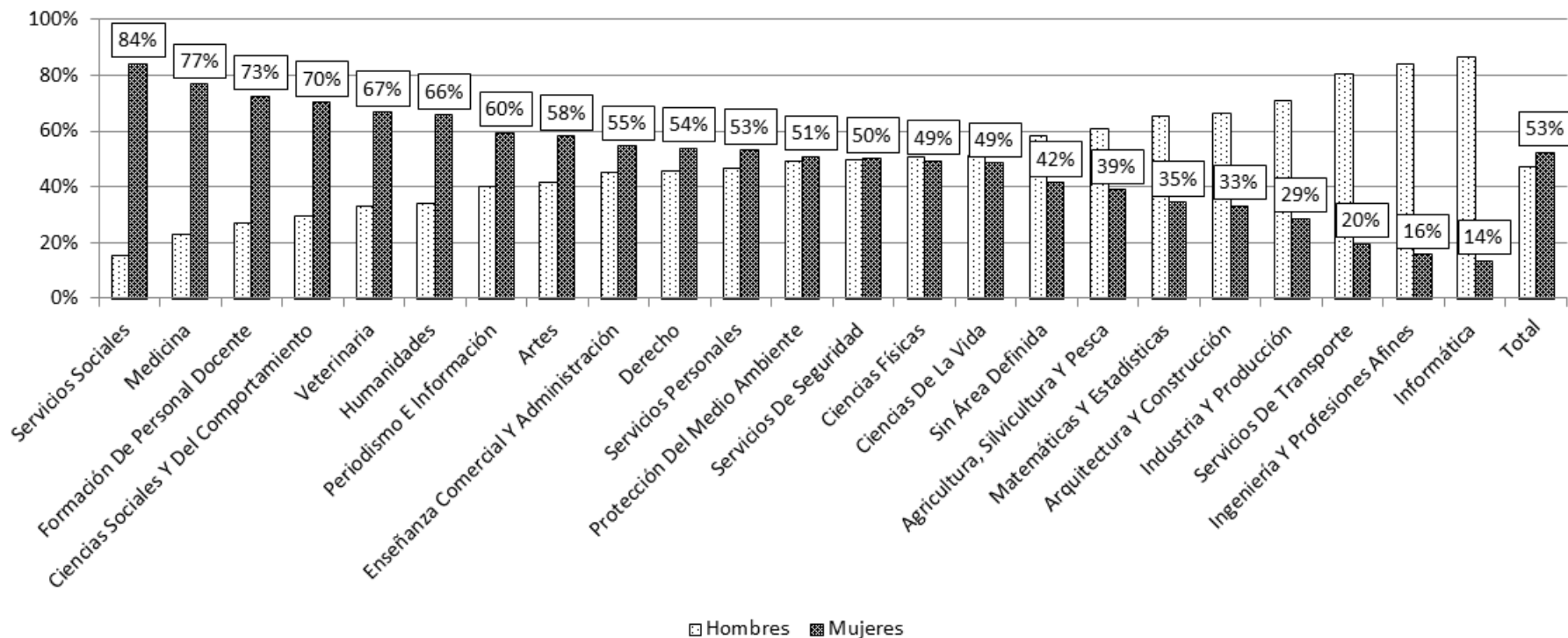
Nota: Estudiantes que egresaron en 2012 de Cuarto Medio e ingresan en 2013 a educación superior. STEM: carreras del área de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

Figura 4.3: Matrícula de primer año en instituciones de Educación Superior según género y área de estudio (sólo Ues)



*Nota:* Estudiantes que egresaron en 2012 de Cuarto Medio e ingresan en 2013 a educación superior. STEM: carreras del área de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

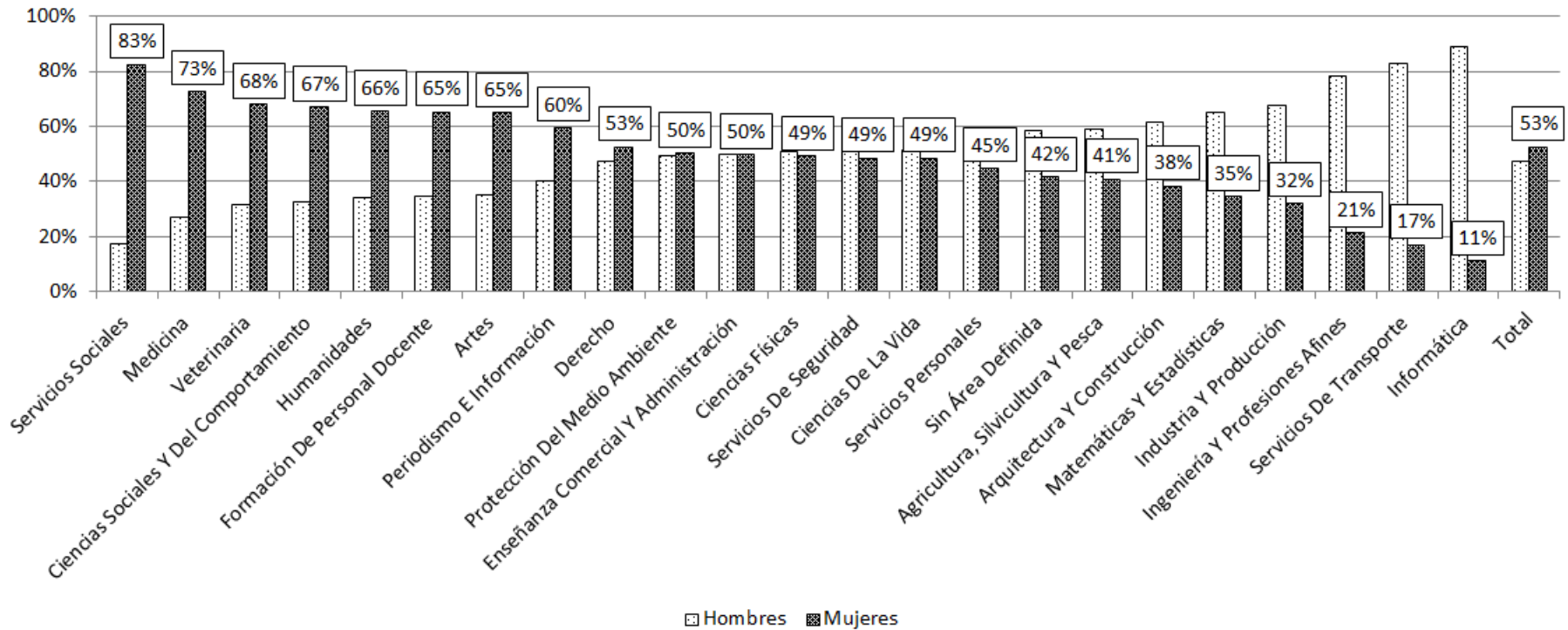
Figura 4.4: Brecha de género en matrícula de primer año por áreas de estudio (CFT, IP, U)



Nota: Estudiantes que egresaron en 2012 de Cuarto Medio e ingresan en 2013 a educación superior. Sólo se presentan los porcentajes de mujeres. Clasificación OECD de áreas de estudio.



Figura 4.5: Brecha de género en matrícula de primer año por áreas de estudio (solo Ues)



Nota: Estudiantes que egresaron en 2012 de Cuarto Medio e ingresan en 2013 a educación superior. Sólo se presentan los porcentajes de mujeres. Clasificación OECD de áreas de estudio.

## 4.2. Diferencias de medias de retención en primer año de educación superior

El análisis simple del promedio de la tasa de retención según género en educación superior muestra niveles mayores de retención en el grupo de mujeres, pero sólo en las carreras no STEM (Tabla 4.1). En las carreras STEM los hombres tienen niveles de retención más altos. Las mayores brechas de retención que perjudican a las mujeres se dan en las áreas de Ingeniería y profesiones afines (-4 %) e Informática (-11 %). Por otro lado, en las áreas de Protección del Medio Ambiente, Humanidades, Servicios Personales las mujeres tienen niveles más altos de retención, tanto en todas las instituciones (Figura 4.6) como en Universidades (Figura 4.7).

A continuación analizamos estas diferencias controlando por covariables.

## 4.3. Brechas de género en retención en educación superior controlando por características personales y de los hogares

Para estudiar el problema de la retención de estudiantes en primer año de educación superior se propone un modelo de elección discreta (Probit):

$$\mathbb{P}(R = 1|X) = \phi(X'\beta) \quad (4.1)$$

donde  $R$  es una variable que indica si el estudiante permanece (retención) en 2014 en la misma carrera e institución en que se matriculó en 2013, o se retiró (deserción).  $X$  es un vector de covariables en donde se incluye el género del estudiante y los controles que hemos utilizado en cuanto a características del estudiante y del hogar. Además se incorporan variables que están relacionadas con la retención o deserción de estudiantes en educación superior (Bordón et al., 2015): (i) el promedio PSU (Lenguaje y Matemáticas) de ingreso a la carrera e institución (es un indicador de la selectividad de la carrera); (ii) el promedio PSU (Lenguaje y Matemáticas) de ingreso a la carrera e institución al cuadrado (para capturar efectos no lineales); y (iii) el promedio de retención de la carrera e institución (indicador de la retención típica de la carrera/institución).

Se calcularon modelos para las carreras del conjunto de instituciones de educación superior (CFT, IP, U) y también para el conjunto más reducido de carreras universitarias. Además se compararon grupos de acuerdo a su nivel de resultados en PSU de Matemáticas.

El análisis de la retención en primer año muestra que en el grupo completo de instituciones de educación superior, las mujeres tienen un nivel de retención superior a los hombres, pero no así en el grupo de carreras STEM (Tabla 4.2). Sin embargo, en el grupo de carreras universitarias, las mujeres aventajan significativamente en retención en primer año a los hombres, tanto en el grupo de carreras STEM como no STEM (Tabla 4.3).

No se observan brechas significativas en retención en primer año entre los estudiantes matriculados top 5% y top 10% en PSU de Matemáticas en los grupos STEM y no STEM (tanto en todas las carreras como sólo en las carreras universitarias). Este resultado indica que el desempeño de las mujeres es mejor en retención en el conjunto de carreras universitarias, y que no hay diferencias entre hombres y mujeres en los niveles más altos de desempeño PSU Matemáticas. El grupo de estudiantes en instituciones universitarias corresponde a lo más alto de la distribución, ya que las carreras universitarias concentran a los estudiantes con mejores resultados en PSU.

#### **4.4. Resultados en tests SIMCE y PSU de matemáticas y retención en primer año de los estudiantes que ingresan a carreras STEM**

Hasta el momento hemos mostrado que las mujeres tienen en promedio niveles de retención superiores a los hombres, cuando se observan todas las carreras de educación superior. En los grupos de mejores resultados, no se observan brechas significativas cuando se observan todas las carreras. Por otro lado, constatamos que al examinar las carreras STEM universitarias, las mujeres tienen una probabilidad de éxito en primer año –medido como retención– superior a los hombres, incluso cuando comparamos a los grupos que obtienen mejores resultados PSU matemáticas.

Un análisis relevante es estudiar qué sucede con el grupo de estudiantes que participaron en SIMCE matemáticas 2010, PSU Matemáticas 2013 e ingresaron a una carrera universitaria STEM. Hasta el momento hemos comparado los resultados promedios de la población general y también de una muestra de mellizos. En este caso, examinaremos los resultados específicos del grupo de estudiantes que ingresó en 2013 a una carrera universitaria STEM.

Los resultados de este grupo en tests de Matemáticas muestran una brecha de género consistente en SIMCE y PSU, la que es mayor en los grupos de mejores resultados (Tabla 4.4). Sin embargo, al estudiar el éxito en educación superior, observamos que en este mismo grupo de estudiantes las mujeres obtienen resultados superiores de retención en el grupo completo STEM, o bien no se observan diferencias significativas (en los grupos de mejores resultados) (Tabla 4.5). Esto indica que en el mismo grupo de estudiantes que se matricularon en STEM el año 2013, los tests SIMCE y PSU subestimaron las posibilidades de éxito en educación superior de las mujeres, y sobrestimaron a los hombres.

#### **4.5. Resumen de resultados**

Al analizar la retención en educación superior se observa que las mujeres tienen mejor o igual retención en primer año que los hombres (excepto en STEM cuando se consideran todas las instituciones de educación superior). En particular, se observa que la retención

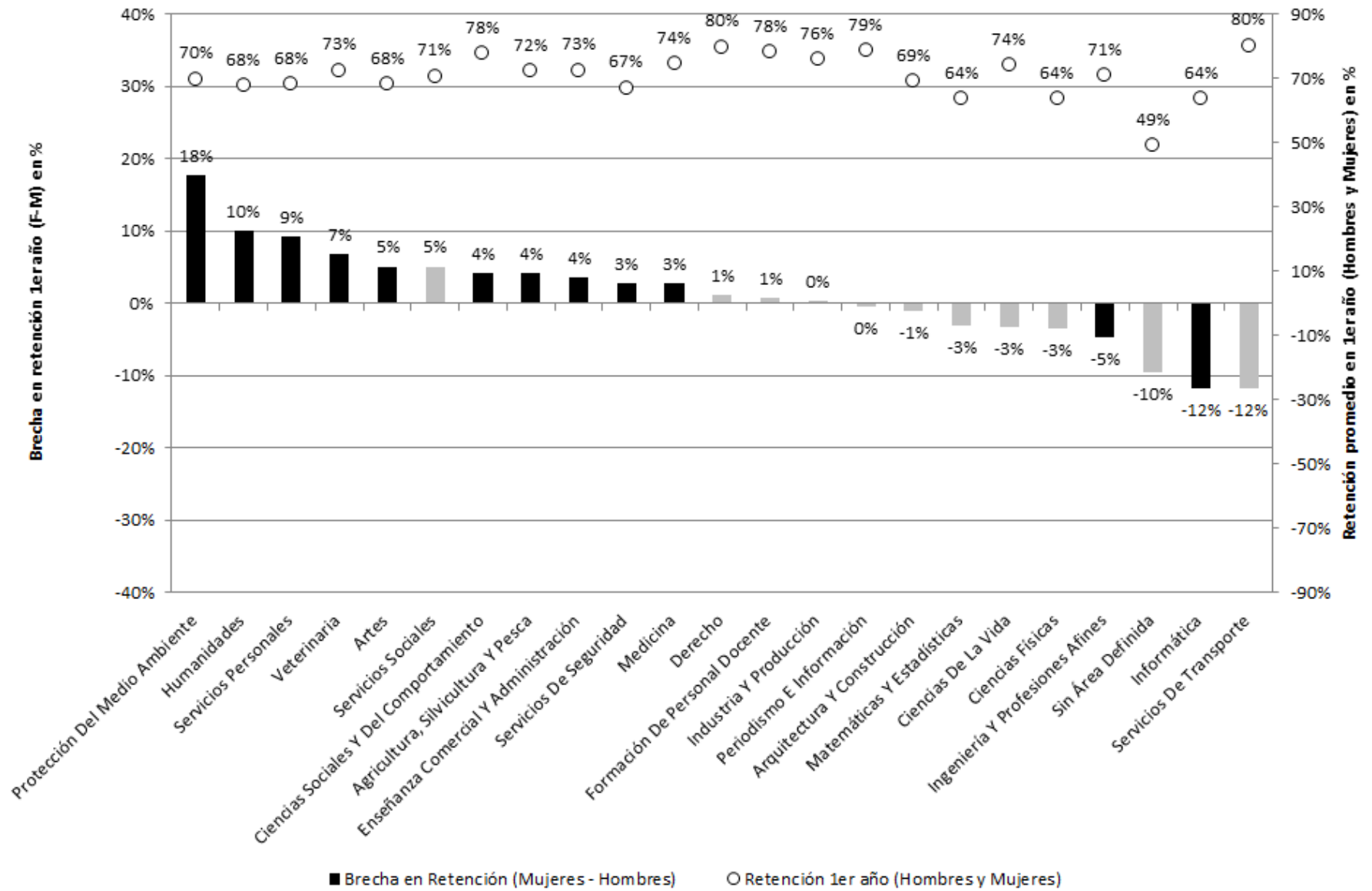
de las mujeres en primer año en carreras universitarias STEM es significativamente mayor que la de los hombres. En este sentido, podemos afirmar que el desempeño en carreras STEM de las mujeres –entendido como retención en primer año– es mejor que el de los hombres. A pesar de que sus puntajes promedio en PSU Matemáticas son significativamente inferiores a los de los hombres. En el caso de los estudiantes que ingresaron a carreras universitarias STEM en 2013, se observa que los tests SIMCE y PSU de matemáticas subestimaron el éxito futuro de las mujeres en educación superior, y sobrestimaron el de los hombres.

Tabla 4.1: Retención en primer año de educación superior según área STEM de la carrera y género.

	Todas las instituciones (CFT, IP, U)				Solo Universidades			
	Hombres	Mujeres	Total	F - M	Hombres	Mujeres	Total	F - M
No STEM	70,5 %	74,6 %	73,1 %	4,1 %***	76,1 %	78,3 %	77,4 %	2,2 %***
STEM	71,1 %	67,7 %	70,4 %	-3,4 %***	74,0 %	71,9 %	73,5 %	-2,1 %**
Total	70,7 %	73,9 %	72,4 %	3,2 %***	75,3 %	77,5 %	76,4 %	2,3 %***
N	50.107	55.522	105.629		31.033	34.331	65.364	

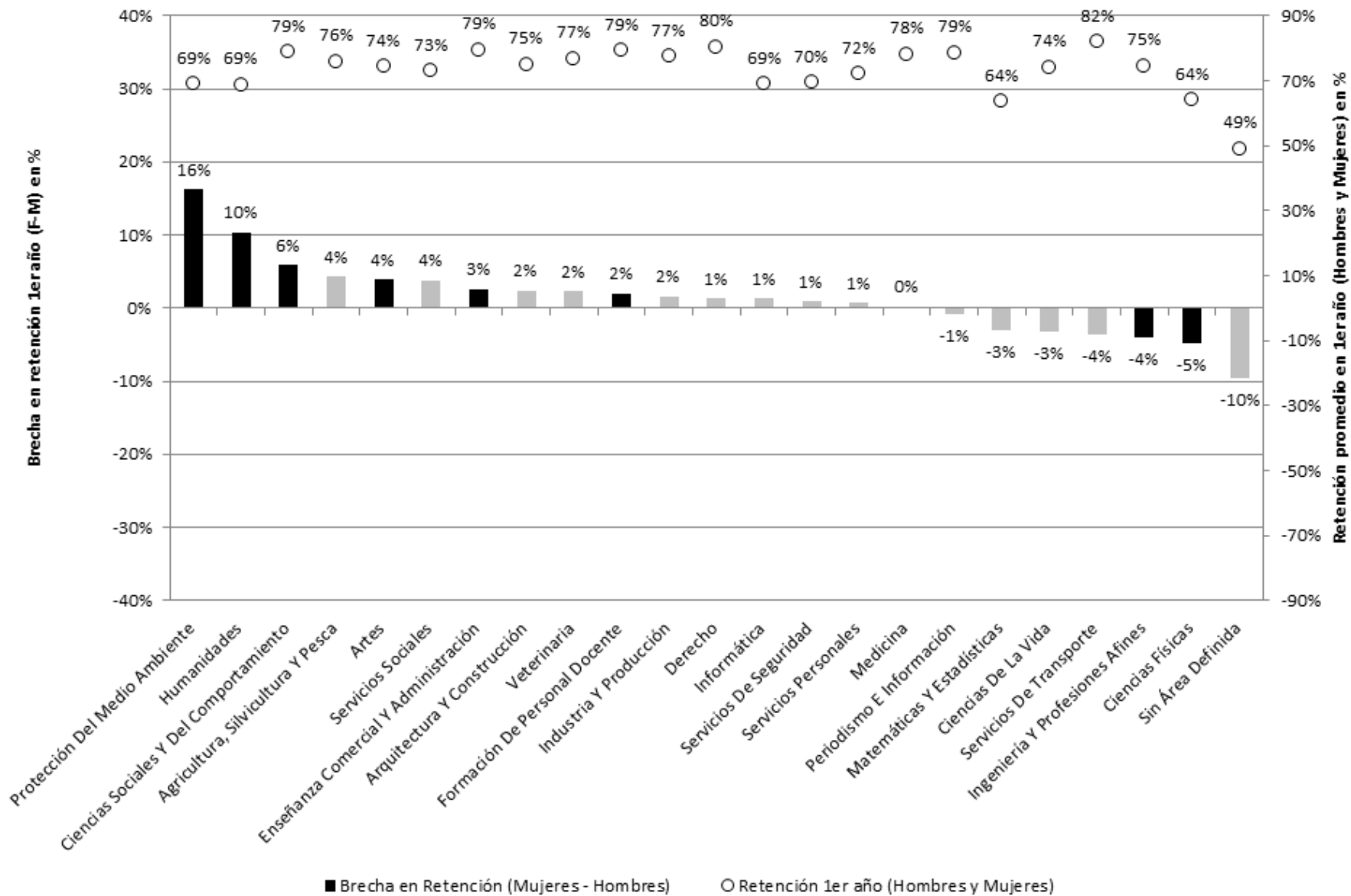
*Nota:* Nivel de significación test  $t$  de diferencia de medias: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ .

Figura 4.6: Retención en primer año de educación superior según área de estudio y brechas de género en retención (CFT, IP, U)



Nota: Estudiantes que egresaron en 2012 de Cuarto Medio e ingresan en 2013 a educación superior. Clasificación OECD de áreas de estudio.

Figura 4.7: Retención en primer año de educación superior según área de estudio y brechas de género en retención (solo Ues)



Nota: Estudiantes que egresaron en 2012 de Cuarto Medio e ingresan en 2013 a educación superior. Clasificación OECD de áreas de estudio.

Tabla 4.2: Retención estudiantes en educación superior, según área y rendimiento PSU Matemáticas (todas las instituciones).

	TODAS LAS CARRERAS			STEM			NO STEM		
	Todos	Top 10 %	Top 5 %	Todos	Top 10 %	Top 5 %	Todos	Top 10 %	Top 5 %
Mujer	0,058*** (0,014)	0,082 (0,051)	0,002 (0,079)	-0,065* (0,036)	-0,028 (0,113)	-0,178 (0,181)	0,074*** (0,016)	0,085 (0,064)	-0,013 (0,104)
PSU Mate 2013	0,126*** (0,019)	0,331*** (0,062)	0,323*** (0,092)	0,271*** (0,042)	0,325*** (0,095)	0,319** (0,125)	0,095*** (0,022)	0,348*** (0,091)	0,329** (0,134)
SIMCE Mate 2010	-0,020 (0,013)	-0,120*** (0,038)	-0,086 (0,054)	-0,030 (0,025)	-0,083 (0,058)	0,044 (0,074)	-0,019 (0,015)	-0,150*** (0,051)	-0,219*** (0,081)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)	0,132*** (0,011)	0,092*** (0,031)	0,060 (0,048)	0,150*** (0,021)	0,094** (0,046)	0,038 (0,063)	0,123*** (0,013)	0,090** (0,044)	0,056 (0,071)
Nota Mate 4ºM (2012)	0,149*** (0,008)	0,130*** (0,029)	0,065 (0,049)	0,178*** (0,017)	0,145*** (0,047)	0,028 (0,064)	0,142*** (0,009)	0,128*** (0,037)	0,107* (0,065)
PSU promedio (de carr/inst)	-0,232*** (0,020)	-0,413*** (0,106)	-0,684*** (0,191)	-0,412*** (0,045)	-0,633*** (0,191)	-1,011*** (0,306)	-0,193*** (0,023)	-0,381*** (0,133)	-0,668*** (0,239)
PSU promedio (de carr/inst) <sup>2</sup>	0,013** (0,006)	0,053 (0,034)	0,118** (0,057)	0,027** (0,012)	0,108* (0,059)	0,203** (0,088)	0,012 (0,008)	0,054 (0,043)	0,121* (0,070)
Diff. PSU (estudiante) – (carr/inst)	0,095*** (0,022)	-0,078 (0,059)	-0,207*** (0,075)	0,018 (0,043)	-0,029 (0,091)	-0,169 (0,113)	0,105*** (0,025)	-0,123 (0,078)	-0,282*** (0,107)
Retención promedio (de carr/inst)	3,251*** (0,044)	3,221*** (0,107)	3,347*** (0,152)	3,111*** (0,077)	3,144*** (0,146)	3,359*** (0,210)	3,280*** (0,054)	3,349*** (0,172)	3,304*** (0,265)
Autoeficacia General	0,158*** (0,050)	0,028 (0,110)	0,067 (0,148)	0,056 (0,081)	-0,198 (0,158)	-0,088 (0,196)	0,237*** (0,065)	0,286* (0,162)	0,315 (0,248)
Autoeficacia Matemáticas	-0,029*** (0,011)	0,002 (0,029)	0,011 (0,042)	0,009 (0,020)	0,080* (0,045)	0,081 (0,066)	-0,054*** (0,014)	-0,059 (0,041)	-0,058 (0,068)
Bienestar Subjetivo	0,265*** (0,049)	0,162 (0,117)	-0,028 (0,183)	0,148* (0,078)	0,027 (0,166)	-0,128 (0,232)	0,341*** (0,062)	0,318* (0,171)	0,085 (0,283)
Mujer x Autoeficacia General	0,005 (0,070)	0,043 (0,207)	0,213 (0,304)	0,125 (0,169)	0,215 (0,381)	0,331 (0,489)	-0,082 (0,081)	-0,199 (0,250)	-0,030 (0,388)
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,031** (0,013)	-0,050 (0,041)	-0,086 (0,064)	0,025 (0,033)	0,039 (0,088)	0,057 (0,133)	-0,006 (0,015)	-0,021 (0,053)	-0,064 (0,093)
Mujer x Bienestar Subjetivo	0,010 (0,064)	0,345* (0,177)	0,411 (0,262)	0,171 (0,150)	0,727** (0,333)	0,522 (0,440)	-0,072 (0,075)	0,089 (0,228)	0,238 (0,357)
N	65.297	11.127	6.022	16.430	4.686	2.905	48.867	6.441	3.117
$\chi^2$	7119,451	1214,664	696,786	2376,695	693,856	399,974	5198,666	476,617	220,264
p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pseudo R <sup>2</sup>	0,145	0,13	0,134	0,161	0,174	0,178	0,14	0,1	0,098

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Estimaciones según modelo probit robusto, errores estándar entre paréntesis (modelos calculados con constante). Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). STEM: carreras del área de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Grupos top 10% y 5% calculados respecto de PSU matemáticas.



Tabla 4.3: Retención estudiantes en educación superior, según área y rendimiento PSU Matemáticas (sólo universidades).

	TODAS LAS CARRERAS			STEM			NO STEM		
	Todos	Top 10 %	Top 5 %	Todos	Top 10 %	Top 5 %	Todos	Top 10 %	Top 5 %
Mujer	0,068*** (0,018)	0,090* (0,051)	0,006 (0,079)	0,100** (0,046)	-0,026 (0,113)	-0,177 (0,181)	0,046** (0,021)	0,090 (0,065)	-0,008 (0,104)
PSU Mate 2013	0,257*** (0,026)	0,319*** (0,063)	0,302*** (0,093)	0,455*** (0,057)	0,326*** (0,095)	0,320** (0,125)	0,225*** (0,032)	0,327*** (0,092)	0,291** (0,136)
SIMCE Mate 2010	-0,050*** (0,016)	-0,119*** (0,039)	-0,079 (0,055)	-0,069** (0,031)	-0,082 (0,059)	0,044 (0,074)	-0,045** (0,019)	-0,149*** (0,051)	-0,208** (0,083)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)	0,138*** (0,014)	0,091*** (0,032)	0,053 (0,049)	0,162*** (0,025)	0,089** (0,045)	0,039 (0,063)	0,126*** (0,016)	0,093** (0,045)	0,048 (0,072)
Nota Mate 4ºM (2012)	0,138*** (0,011)	0,132*** (0,029)	0,059 (0,049)	0,190*** (0,022)	0,144*** (0,047)	0,028 (0,064)	0,128*** (0,012)	0,134*** (0,037)	0,103 (0,066)
PSU promedio (de carr/inst)	-0,356*** (0,029)	-0,565*** (0,124)	-0,970*** (0,191)	-0,598*** (0,066)	-0,586*** (0,215)	-0,983*** (0,326)	-0,327*** (0,033)	-0,620*** (0,168)	-1,108*** (0,257)
PSU promedio (de carr/inst) <sup>2</sup>	0,032*** (0,009)	0,104*** (0,040)	0,204*** (0,057)	0,049*** (0,019)	0,094 (0,067)	0,194** (0,094)	0,035*** (0,011)	0,132** (0,055)	0,251*** (0,078)
Diff. PSU (estudiante) – (carr/inst)	0,016 (0,028)	-0,082 (0,060)	-0,218*** (0,075)	-0,068 (0,055)	-0,025 (0,091)	-0,169 (0,113)	0,012 (0,034)	-0,137* (0,079)	-0,308*** (0,106)
Retención promedio (de carr/inst)	3,357*** (0,050)	3,217*** (0,107)	3,335*** (0,152)	3,114*** (0,089)	3,150*** (0,147)	3,363*** (0,211)	3,452*** (0,064)	3,374*** (0,172)	3,307*** (0,264)
Autoeficacia General	0,181*** (0,062)	0,049 (0,111)	0,058 (0,149)	0,071 (0,102)	-0,190 (0,158)	-0,089 (0,196)	0,269*** (0,080)	0,308* (0,163)	0,292 (0,250)
Autoeficacia Matemáticas	-0,054*** (0,014)	0,003 (0,029)	0,017 (0,042)	0,022 (0,025)	0,080* (0,045)	0,081 (0,066)	-0,085*** (0,017)	-0,055 (0,042)	-0,047 (0,069)
Bienestar Subjetivo	0,290*** (0,063)	0,148 (0,117)	-0,029 (0,184)	0,196* (0,100)	0,038 (0,166)	-0,127 (0,232)	0,354*** (0,080)	0,277 (0,171)	0,081 (0,283)
Mujer x Autoeficacia General	0,029 (0,087)	-0,009 (0,206)	0,208 (0,304)	0,179 (0,203)	0,208 (0,381)	0,334 (0,489)	-0,068 (0,102)	-0,265 (0,251)	-0,027 (0,390)
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,019 (0,016)	-0,051 (0,041)	-0,093 (0,064)	-0,047 (0,040)	0,039 (0,088)	0,056 (0,133)	0,013 (0,019)	-0,024 (0,054)	-0,080 (0,093)
Mujer x Bienestar Subjetivo	0,026 (0,080)	0,367** (0,178)	0,412 (0,262)	0,180 (0,174)	0,719** (0,333)	0,522 (0,440)	-0,045 (0,096)	0,137 (0,229)	0,240 (0,356)
N	43.811	11.055	6.007	11.327	4.666	2.903	32.484	6.389	3.104
$\chi^2$	5590,815	1214,695	698,86	1781,533	692,227	399,476	3657,023	477,096	218,5
p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pseudo R <sup>2</sup>	0,139	0,132	0,136	0,163	0,174	0,178	0,131	0,102	0,102

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Estimaciones según modelo probit robusto, errores estándar entre paréntesis (modelos calculados con constante). Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). STEM: carreras del área de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Grupos top 10 % y 5 % calculados respecto de PSU matemáticas.

Tabla 4.4: Resultados en tests SIMCE 2010 y PSU 2013 de Matemáticas, estudiantes que ingresaron a carreras universitarias STEM en 2013.

	OLS (Todos)	SIMCE P90	P95	OLS (Todos)	PSU P90	P95
Mujer	-0,132*** (0,021)	-0,154*** (0,032)	-0,169*** (0,029)	-0,126*** (0,017)	-0,166*** (0,027)	-0,184*** (0,042)
Autoeficacia General	-0,106*** (0,039)	-0,120* (0,062)	-0,141** (0,065)	-0,067** (0,033)	0,014 (0,060)	0,030 (0,072)
Autoeficacia Matemáticas	0,266*** (0,011)	0,215*** (0,017)	0,218*** (0,017)	0,105*** (0,008)	0,130*** (0,013)	0,139*** (0,015)
Bienestar Subjetivo	-0,022 (0,038)	-0,079 (0,054)	-0,041 (0,071)	-0,035 (0,030)	-0,031 (0,059)	-0,083 (0,076)
Nota Mate 7ºB (2007)	0,251*** (0,007)	0,238*** (0,012)	0,233*** (0,011)			
SIMCE Mate 2010				0,398*** (0,012)	0,367*** (0,021)	0,357*** (0,020)
Nota Mate 4ºM (2012)				0,259*** (0,007)	0,288*** (0,011)	0,312*** (0,017)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2008)	0,384*** (0,012)	0,318*** (0,014)	0,288*** (0,013)			
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)				0,296*** (0,013)	0,292*** (0,025)	0,297*** (0,022)
Mujer x Autoeficacia General	0,306*** (0,068)	0,214** (0,103)	0,253** (0,111)	-0,024 (0,060)	-0,078 (0,096)	-0,300* (0,154)
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,031* (0,017)	0,004 (0,024)	0,008 (0,023)	-0,020* (0,012)	-0,041** (0,019)	-0,026 (0,031)
Mujer x Bienestar Subjetivo	-0,056 (0,067)	0,138 (0,101)	0,016 (0,130)	0,044 (0,052)	0,007 (0,089)	0,142 (0,148)
Casos	10.217	10.217	10.217	10.999	10.999	10.999
F	393,248			572,431		
p	0,000			0,000		
R <sup>2</sup>	0,529	0,525	0,52	0,735	0,729	0,725

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . OLS: Estimaciones robustas a heterocedasticidad, errores estándar entre paréntesis (modelos calculados con constante). Regresiones por cuantiles (P90, P95) relativos a las variables SIMCE Matemáticas 2010 y PSU Matemáticas 2013 (según corresponda), robustas a heterocedasticidad. Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). En el caso de OLS se reporta  $R^2$ . En regresiones por cuantiles se reporta pseudo  $R^2$ . Grupos top 10% y 5% calculados respecto de los resultados en PSU matemáticas (grupo total de estudiantes).

Tabla 4.5: Retención en primer año, estudiantes que ingresaron a carreras universitarias STEM en 2013.

	Retención 1er año (carreras universitarias)		
	STEM	STEM Top 10 %	Top 5 %
Mujer	0,100** (0,046)	-0,026 (0,113)	-0,177 (0,181)
PSU Mate 2013	0,455*** (0,057)	0,326*** (0,095)	0,320** (0,125)
SIMCE Mate 2010	-0,069** (0,031)	-0,082 (0,059)	0,044 (0,074)
SIMCE 2ºM Mate Escuela (2010)	0,162*** (0,025)	0,089** (0,045)	0,039 (0,063)
Nota Mate 4ºM (2012)	0,190*** (0,022)	0,144*** (0,047)	0,028 (0,064)
PSU promedio (de carr /inst)	-0,598*** (0,066)	-0,586*** (0,215)	-0,983*** (0,326)
PSU promedio (de carr /inst) <sup>2</sup>	0,049*** (0,019)	0,094 (0,067)	0,194** (0,094)
Diff. PSU (estudiante) – (carr /inst)	-0,068 (0,055)	-0,025 (0,091)	-0,169 (0,113)
Retención promedio (de carr /inst)	3,114*** (0,089)	3,150*** (0,147)	3,363*** (0,211)
Autoeficacia General	0,071 (0,102)	-0,190 (0,158)	-0,089 (0,196)
Autoeficacia Matemáticas	0,022 (0,025)	0,080* (0,045)	0,081 (0,066)
Bienestar Subjetivo	0,196* (0,100)	0,038 (0,166)	-0,127 (0,232)
Mujer x Autoeficacia General	0,179 (0,203)	0,208 (0,381)	0,334 (0,489)
Mujer x Autoeficacia Matemáticas	-0,047 (0,040)	0,039 (0,088)	0,056 (0,133)
Mujer x Bienestar Subjetivo	0,180 (0,174)	0,719** (0,333)	0,522 (0,440)
<i>N</i>	11.327	4.666	2.903
$\chi^2$	1781,533	692,227	399,476
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000
Pseudo $R^2$	0,163	0,174	0,178

Nota: \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ . Estimaciones según modelo probit robusto, errores estándar entre paréntesis (modelos calculados con constante). Se aplicaron controles por nivel educacional del hogar, ingresos del hogar, inversión de los padres, expectativas de los padres, inversión de los estudiantes (trabajo escolar en el hogar y libros leídos en los últimos 6 meses) y expectativas de los estudiantes (no se muestran las estimaciones para los controles). STEM: carreras del área de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Grupos top 10 % y 5 % calculados respecto de PSU matemáticas.

# Conclusión

Este trabajo se enmarca en la literatura que analiza las brechas de género en resultados en matemáticas, y la influencia de las pruebas competitivas en estas diferencias. La evidencia sobre brechas de género en una cohorte de estudiantes chilenos muestra que las brechas a favor de los hombres en tests de matemáticas no se replican de la misma manera en una muestra de mellizos mixtos. Mientras que no se observan brechas de género en un tests de matemáticas no competitivos en la muestra de mellizos, sí existe una brecha en un test competitivo (PSU). Estas diferencias son robustas a los controles por características individuales de los estudiantes, características de los hogares y características de las escuelas, y al análisis de heterogeneidad de resultados. La diferencia entre las estimaciones en la población general y en la muestra de mellizos pueden deberse a un sesgo de variable omitida a nivel de los hogares.

Por otro lado, al analizar los resultados en retención en primer año de educación superior, se observa que las mujeres tienen resultados significativamente superiores a los hombres en la población que estudia carreras universitarias. Estos resultados se observan en las carreras STEM y no STEM, y en los niveles más altos de la distribución de resultados en matemáticas.

La Figura 4.8 compara los coeficientes estandarizados de la variable género en los tests de matemáticas SIMCE (no competitivo) y PSU (competitivo). Se observa que el coeficiente de género en PSU es mayor que en SIMCE, y solo es significativo en la prueba PSU. Esto significa que en la prueba competitiva las mujeres tienen en promedio puntajes que son 0,18 desviaciones estándar menores que los hombres, a pesar de que en la prueba SIMCE (no competitiva) que rinden dos años antes no se observan diferencias significativas. Es decir, encontramos evidencia del sesgo de género que introducen las pruebas competitivas de matemáticas (estas estimaciones se realizaron controlando por características individuales, de la escuela y por un efecto fijo del hogar).

Debido a la baja cantidad de casos no se pudo estimar la brecha en retención en primer año en educación superior en STEM entre mellizos. Sin embargo, podemos estimar las brechas en retención en primer año en la población general, y relacionarlas con las brechas en los tests SIMCE y PSU. La Figura 4.9 muestra que en la población general las mujeres tienen una probabilidad de éxito en primer año en STEM que es 0,029 desviaciones estándar superior a los hombres. A pesar de que en el test PSU necesario para acceder a la educación superior, las mujeres obtienen un puntaje promedio que es inferior a los hombres. En el test SIMCE (no competitivo) también se aprecia una brecha de género significativa en la

población general.

Finalmente, comparamos a los estudiantes que ingresan a carreras universitarias STEM (Figura 4.10). Se trata del conjunto de hombres y mujeres que independientemente de las características de los tests y procesos de selección, logran acceder a carreras universitarias en el ámbito de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. En este grupo, donde sólo el 25 % de los estudiantes son mujeres, se observa que estas también tienen una probabilidad mayor que los hombres (0,037 desviaciones estándar de diferencia) de éxito en primer año en educación superior. A pesar de que tanto en el test PSU (y SIMCE) tienen puntajes significativamente menores a los hombres.

La evidencia que presentamos da cuenta de que las habilidades matemáticas de hombres y mujeres parecen no mostrar diferencias importantes –si consideramos el desempeño en educación superior y la ausencia de brecha en SIMCE en la muestra de mellizos–, y que las brechas observadas en tests podrían corresponder a un “*artefacto*”. La hipótesis del sesgo de las pruebas competitivas puede explicar por qué las mujeres tienen resultados inferiores a los hombres en PSU Matemáticas, y al mismo tiempo resultados similares en el SIMCE de Matemáticas y superiores en retención en educación superior (aun controlando por área de estudio, dificultad de la carrera y retención promedio).

Esta evidencia tiene importantes consecuencias para los sistemas de selección de estudiantes en educación superior y para la enseñanza de las matemáticas en el sistema escolar. En particular es importante revisar la Prueba de Selección Universitaria (PSU), ya que su naturaleza competitiva introduce un sesgo en contra del 50 % de quienes la rinden.

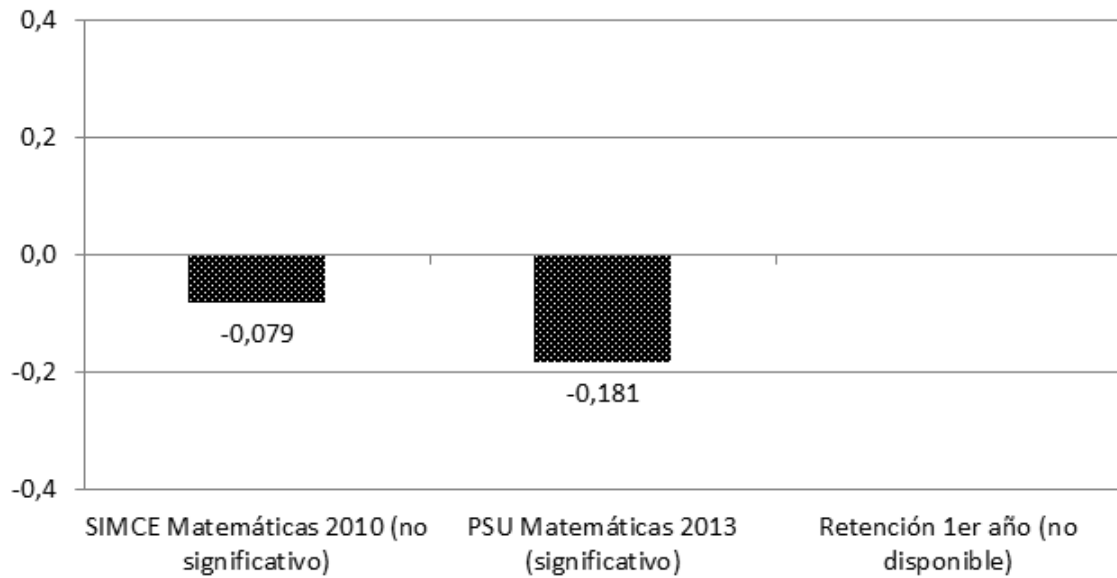
Además, es importante ponderar en mayor detalle la información sobre brechas de género en el sistema escolar: contrario a lo que parecen implicar los expertos que citamos en la presentación, los “*procesos históricos de socialización*” asociados a los estereotipos de género en matemáticas parecen afectar las actitudes de las mujeres hacia las matemáticas, pero no su habilidad real en matemáticas. A pesar de los estereotipos propios de una sociedad con una alta desigualdad de género, el desempeño de las mujeres en matemáticas es comparable o superior al de los hombres, luego de controlar por características individuales, de la escuela y del hogar. A pesar de que aparentemente no existen brechas en la habilidad matemática real (no observable), la evidencia muestra sí efectos importantes en la auto percepción de la habilidad matemática de las mujeres, lo que sin duda tienen implicancias negativas, especialmente en sus preferencias.

Es importante profundizar en estos resultados en el futuro. En particular una limitación es que la muestra de mellizos considerada no es representativa del conjunto de los estudiantes. Si bien es cierto, dados los mejores resultados en matemáticas de la muestra de mellizos se pueden analizar las brechas en los niveles altos de la distribución de logro en matemáticas, esta misma característica impide estudiar las brechas entre estudiantes de menores resultados.

En el caso de Chile, esto se traduce en que los resultados de la muestra de mellizos no pueden extrapolarse a los estudiantes de menor nivel socioeconómico (por ejemplo, aquellos que no acceden a la educación superior). Si bien existe evidencia de que el sesgo de las pruebas competitivas afecta a las carreras y áreas más selectivas (Jurajda & Münich,

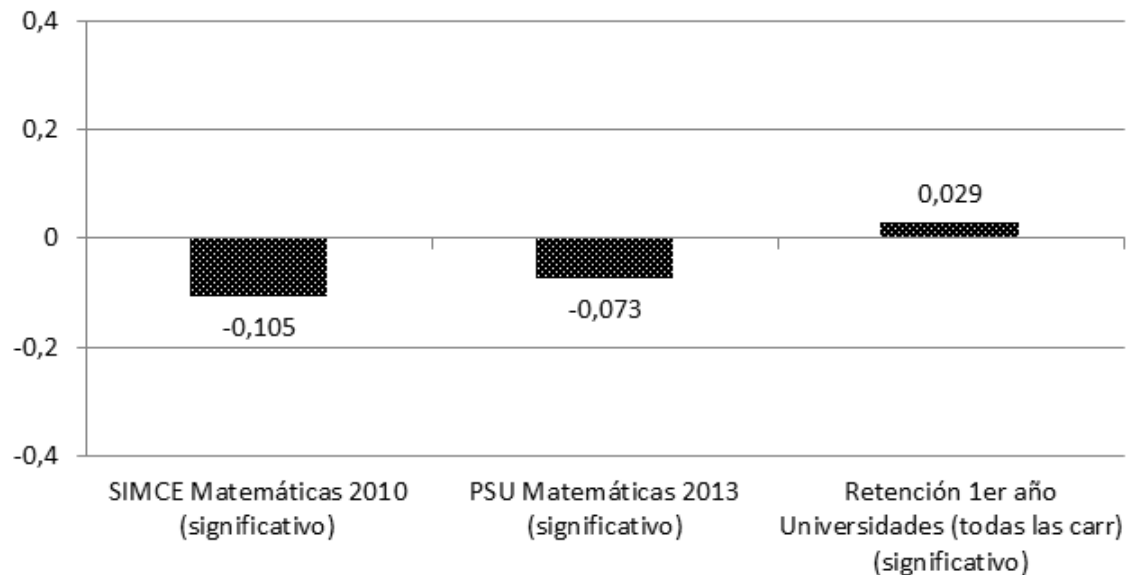
2011), y que los efectos negativos de género en la elección de carreras STEM se relacionan con ambientes escolares más competitivos (y de mayor nivel socioeconómico) (Mann et al., 2015). La evidencia sobre interseccionalidad –cómo distintas situaciones de discriminación interactúan y producen efectos diferenciados– invita a indagar sobre cómo los estereotipos de género pueden tener manifestaciones diversas en distintos espacios sociales (Hyde, 2014): por ejemplo, grupos de menor nivel socioeconómico, grupos indígenas o migrantes.

Figura 4.8: Efecto del género (mujer) en desempeño tests SIMCE y PSU de matemáticas y retención en 1er año de carreras STEM (Universidades). Comparación de coeficientes estandarizados de la variable género, muestra de mellizos.



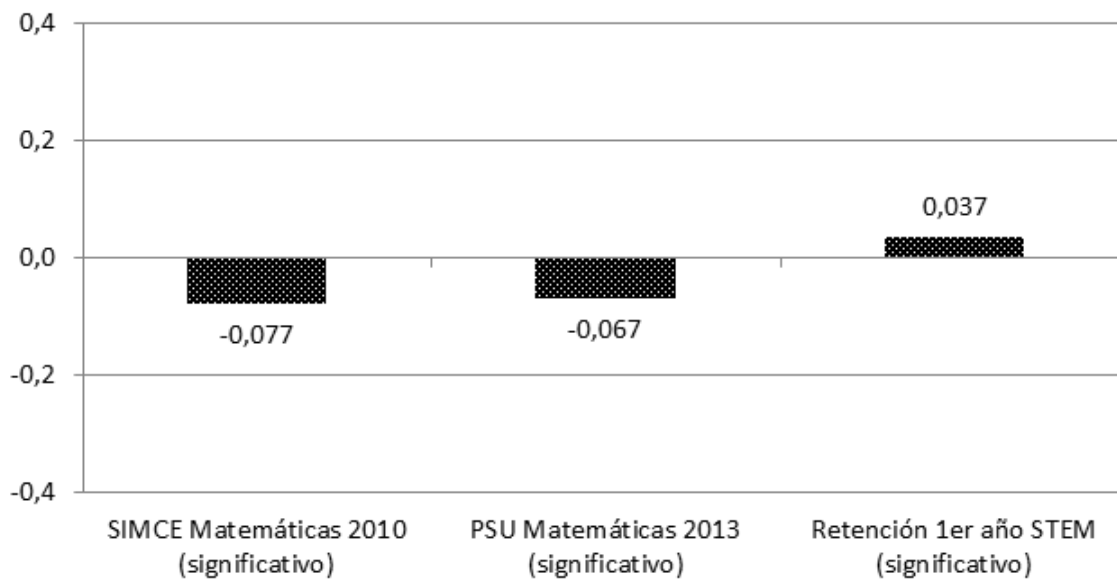
Nota: Coeficientes estandarizados (beta) para OLS en SIMCE y PSU (bajo el supuesto de homogeneidad de varianzas).

Figura 4.9: Efecto del género (mujer) en desempeño tests SIMCE y PSU de matemáticas y retención en 1er año (Universidades). Comparación de coeficientes estandarizados de la variable género, población general que ingresa a carreras universitarias en 2013.



Nota: Coeficientes estandarizados (beta) para OLS en SIMCE y PSU. Coeficientes full estandarizados (Probit) (bajo el supuesto de homogeneidad de varianzas).

Figura 4.10: Efecto del género (mujer) en desempeño tests SIMCE y PSU de matemáticas y retención en 1er año (Universidades). Comparación de coeficientes estandarizados de la variable género, estudiantes que ingresan a carreras universitarias STEM 2013



*Nota:* Coeficientes estandarizados (beta) para OLS en SIMCE y PSU. Coeficientes full estandarizados (Probit) (bajo el supuesto de homogeneidad de varianzas).



# Capítulo 5

## Bibliografía

- 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.
- Amemiya, T. (1994). *Introduction to Statistics and Econometrics*. Harvard University Press.
- 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.
- Aston, K. I., Peterson, C. M., & Carrell, D. T. (2008). Monozygotic twinning associated with assisted reproductive technologies: a review. *Reproduction, 136*, 377–386.
- Baker, M. & Milligan, K. (2013). Boy-Girl Differences in Parental Time Investments: Evidence from Three Countries. *NBER Working Paper No. 18893*.
- Bertrand, M. (2011). New Perspectives on Gender. In *Handbook of Labor Economics*, volume 4b (pp. 1543–1590). Elsevier.
- Bertrand, M., Pan, J., & Kamenica, E. (2013). Gender Identity and Relative Income within Households. *NBER Working Paper No. 19023*.
- Bessudnov, A. & Makarov, A. (2015). School context and gender differences in mathematical performance among school graduates in Russia. *International Studies in Sociology of Education, 25*(January 2015), 1–19.
- Bhalotra, S. & Clarke, D. (2015). The Twin Instrument.
- Bharadwaj, P., De Giorgi, G., Hansen, D. R., & Neilson, C. (2015). The Gender Gap in Mathematics: Evidence from a Middle-Income Country. *SSRN Electronic Journal*.
- Bobbitt-Zeher, D. (2007). The Gender Income Gap and the Role of Education. *Sociology of Education, 80*(1), 1–22.

- Booth, A. (2009). Gender and competition. *Labour Economics*, 16(6), 599–606.
- Booth, A., Cardona-Sosa, L., & Nolen, P. (2014). Gender differences in risk aversion: Do single-sex environments affect their development? *Journal of Economic Behavior and Organization*, 99, 126–154.
- Booth, A. & Nolen, P. (2012a). Choosing to compete: How different are girls and boys? *Journal of Economic Behavior & Organization*, 81(2), 542–555.
- Booth, A. & Nolen, P. (2012b). Gender Differences in Risk Behaviour: Does Nurture Matter? *Economic Journal*, 122(February), 56–78.
- Bordón, P., Canals, C., & Rojas, S. (2015). Retención en los programas e instituciones de educación superior: nueva evidencia para Chile. *Estudios de Política Educativa*, 2, 176–214.
- Borghans, L., Golsteyn, B. H., Heckman, J. J., & Humphries, J. E. (2011). Identification problems in personality psychology. *Personality and Individual Differences*, 51(3), 315–320.
- Buchmann, C., DiPrete, T. A., & McDaniel, A. (2008). Gender Inequalities in Education. *Annual Review of Sociology*, 34(1), 319–337.
- Carlin, J. B. (2005). Regression models for twin studies: a critical review. *International Journal of Epidemiology*, 34(5), 1089–1099.
- Ceci, S. J. & Williams, W. M. (2010). Sex Differences in Math-Intensive Fields. *Current Directions in Psychological Science*, 19(5), 275–279.
- 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.
- Crosen, R. & Gneezy, U. (2009). Gender Differences in Preferences. *Journal of Economic Literature*, 47(2), 448–474.
- Cvencek, D., Meltzoff, A. N., & Greenwald, A. G. (2011). Math-Gender Stereotypes in Elementary School Children. *Child Development*, 82(3), 766–779.
- Datcher-Loury, L. (1988). Effects of Mother's Home Time on Children's Schooling. *The Review of Economics and Statistics*, 70(3), 367–373.
- Datta Gupta, N., Poulsen, A., & Villeval, M.-c. (2005). Male and Female Competitive Behavior - Experimental Evidence. *SSRN Electronic Journal*, 33(0), 35.
- Dayioglu, M. & Türüt-Asik, S. (2007). Gender differences in academic performance in a large public university in Turkey. *Higher Education*, 53(2), 255–277.
- De Paola, M., Ponzio, M., & Scoppa, V. (2015). Gender Differences in Attitudes Towards Competition: Evidence from the Italian Scientific Qualification. *IZA Discussion Paper No. 8859*.
- Di Prete, T. A. & Jennings, J. L. (2009). Social/Behavioral Skills and the Gender Gap in

- Early Educational Achievement. *CPRC Working Paper No. 09-08*.
- Doris, A., O'Neill, D., & Sweetman, O. (2013). Gender, single-sex schooling and maths achievement. *Economics of Education Review*, 35, 104–119.
- Dreber, A., von Essen, E., & Ranehill, E. (2011). Outrunning the gender gap—boys and girls compete equally. *Experimental Economics*, 14(4), 567–582.
- Dreber, A., von Essen, E., & Ranehill, E. (2014). Gender and competition in adolescence: task matters. *Experimental Economics*, 17(1), 154–172.
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *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.
- Franklin, D. (2013). A Practical Guide to Gender Diversity for Computer Science Faculty. *Synthesis Lectures on Professionalism and Career Advancement for Scientists and Engineers*, 1(2), 1–81.
- 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.
- Ganley, C. M. & Vasilyeva, M. (2011). Sex differences in the relation between math performance, spatial skills, and attitudes. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 32(4), 235–242.
- Garratt, R. J., Weinberger, C. J., & Johnson, N. (2013). The State Street Mile: Age and Gender Differences in Competition Aversion in the Field. *Economic Inquiry*, 51(1), 806–815.
- Gneezy, U., Leonard, K., & List, J. A. (2009). Gender Differences in Competition: Evidence From a Matrilineal and a Patriarchal Society. *Econometrica*, 77(5), 1637–1664.
- Gneezy, U., Niederle, M., & Rustichini, A. (2003). Performance in Competitive Environments: Gender Differences. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(3), 1049–1074.
- Gneezy, U. & Rustichini, A. (2004). Gender and Competition at a Young Age. *American Economic Review*, 94(2), 377–381.
- González de San Román, A. & de la Rica Goiricelaya, S. (2012). Gender Gaps in PISA Test Scores: The Impact of Social Norms and the Mother's Transmission of Role Attitudes. *IZA Discussion Papers No. 6338*.
- Gunderson, E. A., Gripshover, S. J., Romero, C., Dweck, C. S., Goldin-Meadow, S., & Levine, S. C. (2013). Parent praise to 1- to 3-year-olds predicts children's motivational frameworks 5 years later. *Child Development*, 84(5), 1526–1541.
- 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.
- Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Hyde, J. S., & Gernsbacher, M. A. (2007). The Science of Sex Differences in Science and Mathematics. *Psychological Science in the Public Interest*, 8(1), 1–51.
- Herrera, J. (2013). Chile e Italia son los únicos países con brecha de género en test de educación. La Tercera, 16 de Febrero de 2013 (<http://www.latercera.com/noticia/nacional/2013/02/680-509309-9-chile-e-italia-son-los-unicos-paises-con-brecha-de-genero-en-test-de-educacion.shtml>) Acceso por última vez: 19 Enero 2016.
- Hong, S., Yoo, S.-K., You, S., & Wu, C.-C. (2010). The Reciprocal Relationship between Parental Involvement and Mathematics Achievement: Autoregressive Cross-Lagged Modeling. *Journal of Experimental Education*, 78(4), 419–439.
- Hyde, J. S. (2014). Gender Similarities and Differences. *Annual Review of Psychology*, 65(1), 373–398.
- Hyde, J. S. & Mertz, J. E. (2009). Gender, culture, and mathematics performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(22), 8801–8807.
- Joensen, J. S. & Nielsen, H. S. (2013). Math and Gender: Is Math a Route to a High-Powered Career? *IZA Discussion Paper No. 7164*.
- Jurajda, Š. & Münich, D. (2011). Gender Gap in Performance under Competitive Pressure: Admissions to Czech Universities. *American Economic Review*, 101(3), 514–518.
- Kane, J. M. & Mertz, J. E. (2012). Debunking Myths about Gender and Mathematics Performance. *Notices of the American Mathematical Society*, 59(01), 10.
- Lee, S., Niederle, M., & Kang, N. (2014). Do single-sex schools make girls more competitive? *Economics Letters*, 124(3), 474–477.
- Levin, H. M. (2012). More than just test scores. *PROSPECTS*, 42(3), 269–284.
- 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.
- LLECE OREALC/UNESCO/SERCE (2008). *Primer Reporte de Resultados: Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: UNESCO.
- 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.
- Maloney, E. A., Waechter, S., Risko, E. F., & Fugelsang, J. A. (2012). Reducing the sex difference in math anxiety: The role of spatial processing ability. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 380–384.

- Mann, A., Legewie, J., & DiPrete, T. A. (2015). The role of school performance in narrowing gender gaps in the formation of STEM aspirations: a cross-national study. *Frontiers in Psychology*, 6(February), 1–11.
- 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.
- MINSAL (2015). Base de Nacimientos 1994.
- Mizala, A., Martínez, F., & Martínez, S. (2015). Pre-service elementary school teachers' expectations about student performance: How their beliefs are affected by their mathematics anxiety and student's gender. *Teaching and Teacher Education*, 50, 70–78.
- Moss-Racusin, C. A., Dovidio, J. F., Brescoll, V. L., Graham, M. J., & Handelsman, J. (2012). Science faculty's subtle gender biases favor male students. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(41), 16474–16479.
- Mullis, I., Martin, M., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Nguyen, H.-H. D. & Ryan, A. M. (2008). Does stereotype threat affect test performance of minorities and women? A meta-analysis of experimental evidence. *Journal of Applied Psychology*, 93(6), 1314–1334.
- Niederle, M. & Vesterlund, L. (2005). Do Women Shy Away from Competition? Do Men Compete Too Much? *NBER Working Paper No. 11474*.
- 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.
- Niederle, M. & Yestrumskas, A. (2008). *Gender Differences in Seeking Challenges: The Role of Institutions*. Technical report, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- 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.
- OECD (2012). *Closing the Gender Gap*. OECD Publishing.
- 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.
- Ors, E., Palomino, F., & Peyrache, E. (2013). Performance Gender Gap: Does Competition Matter? *Journal of Labor Economics*, 31(3), 443–499.
- Oswald, D. L. & Harvey, R. D. (2000). Hostile environments, stereotype threat, and math performance among undergraduate women. *Current Psychology*, 19(4), 338–356.
- Pearson Education Inc. (2013). *Informe Final Evaluación de la PSU Chile*. Technical report, CRUCH.
- Pison, G. & D'Addato, A. V. (2006). Frequency of Twin Births in Developed Countries. *Twin Research and Human Genetics*, 9(2), 250–259.
- 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.
- s/a (2005). Separating science from stereotype. *Nature Neuroscience*, 8(3), 253–253.
- Smetackova, I. (2015). Gender Stereotypes, Performance and Identification with Math. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 190(November 2014), 211–219.
- Spelke, E. S. (2005). Sex Differences in Intrinsic Aptitude for Mathematics and Science?: A Critical Review. *American Psychologist*, 60(9), 950–958.
- Steele, C. M. & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of personality and social psychology*, 69(5), 797–811.
- Stoet, G. & Geary, D. C. (2012). Can stereotype threat explain the gender gap in mathematics performance and achievement? *Review of General Psychology*, 16(1), 93–102.
- Sutter, M. & Rützler, D. (2010). Gender Differences in Competition Emerge Early in Life. *IZA Discussion Paper No. 5015*.
- Thévenon, O., Ali, N., Adema, W., & Salvi del Pero, A. (2012). Effects of Reducing Gender Gaps in Education and Labour Force Participation on Economic Growth in the OECD. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 138*.
- 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.
- Tzuriel, D. & Egozi, G. (2010). Gender differences in spatial ability of young children: The effects of training and processing strategies. *Child Development*, 81(5), 1417–1430.
- UNDP (2014). *Human Development Report 2014. Sustaining Human Progress: Reducing Vul-*

*nerabilities and Building Resilience*. New York: United Nations.

Uttal, D. H. (1997). Beliefs about genetic influences on mathematics achievement: a cross-cultural comparison. *Genetica*, 99(2-3), 165–172.

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.

Weinberger, C. J. (1999). Mathematical College Majors and the Gender Gap in Wages. *Industrial Relations*, 38(3), 407–413.

Zafar, B. (2013). College Major Choice and the Gender Gap. *Journal of Human Resources*, 48(3), 545–595.

Zahn-Waxler, C., Shirtcliff, E. A., & Marceau, K. (2008). Disorders of Childhood and Adolescence: Gender and Psychopathology. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4(1), 275–303.