

# Brecha de género en Matemáticas: El sesgo de las pruebas competitivas (evidencia para Chile)<sup>1</sup>

Óscar Arias R. <sup>1</sup>    Alejandra Mizala S. <sup>1</sup>    Francisco Meneses P. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>CEA, Universidad de Chile y CIAE

<sup>2</sup>Duke University

**6 y 7 de Diciembre de 2017**

**Gender Summit 12 en Ciencia, Tecnología e Innovación  
para América Latina y el Caribe  
(CONICYT–Chile)**

---

<sup>1</sup> Agradecemos el apoyo del Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE). Este trabajo contó con el apoyo financiero del Proyecto FONDECYT No. 1140834 "Brecha de género, desempeño en Matemáticas, y elección de carreras" y del Proyecto Basal FB0003 PIA-CONICYT

# Resumen I

- En Chile, así como en muchos países, se observan brechas de género en tests de matemáticas.
- Se ha observado que las brechas de género en tests de matemáticas se relacionan con la igualdad de género en las sociedades (Else-Quest et al., 2010): sociedades más equitativas tienen brechas menores.
- Por otro lado, la evidencia desde las neurociencias indica que hombres y mujeres comparten una base biológica similar para el logro en matemáticas (Spelke, 2005).
- Factores sociales que inciden en las brechas de género en matemáticas: efecto de estereotipos de género de profesores y padres, expectativas diferenciadas sobre niños y niñas, conceptualizaciones del logro (Gunderson et al., 2013), entre otras.
- Este trabajo: impacto de las pruebas competitivas.

## Resumen II

- Evidencia sobre la relación entre diferencias género y competencia (Niederle & Vesterlund, 2010) y sobre su origen cultural (Gneezy et al., 2009).
- Hombres tienden a mejorar sus resultados en ambientes competitivos, mientras que las mujeres los mantienen (Gneezy et al., 2003; Gneezy & Rustichini, 2004).
- Menos evidencia sobre el impacto de pruebas estandarizadas competitivas sobre la brecha de género en matemáticas (Ors et al., 2013).
- Propuesta: Analizar el impacto de género (mujer) en los resultados en un test no competitivo (SIMCE) y en un test competitivo (PSU) de matemáticas.

## Resumen III

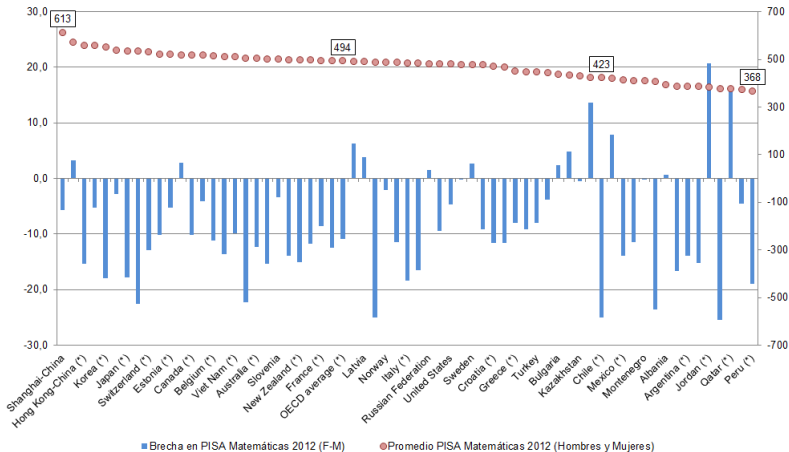
- Comparamos los resultados de estudiantes que rinden test SIMCE de matemáticas en 2do medio (2010) y test PSU 2013 de matemáticas (fines de 2012).
- Utilizamos casos de mellizos mixtos, lo que permite utilizar un modelo con efecto fijo por hogar.
- Comparamos efecto de género en una prueba no competitiva (SIMCE) y en una competitiva (PSU).
- También analizamos los resultados en los test SIMCE y PSU de lenguaje.

# Resumen IV

- Hallazgos:
  - No se observa brecha de género en el test no competitivo SIMCE de matemáticas.
  - Se observa una brecha en el test competitivo de matemáticas (PSU).
  - La brecha de género afecta a las mujeres con mayor autoeficacia en matemáticas y mejores notas de matemáticas.
  - En lenguaje también se observa una brecha que perjudica a las mujeres en el test competitivo PSU (no se observa brecha de género en el test no competitivo SIMCE).

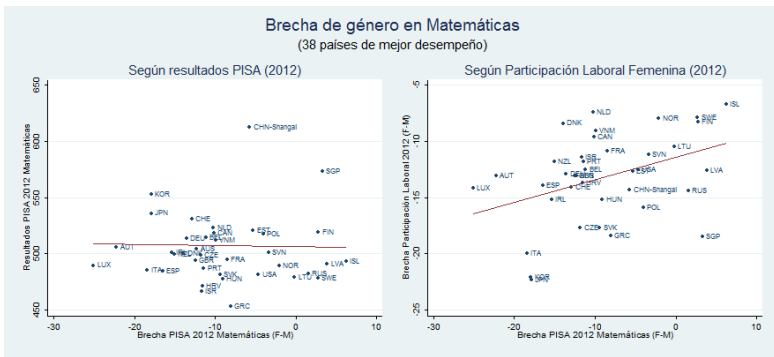
# Brecha de género en matemáticas

*Las brechas de género en matemáticas abarcan muchos países y no dependen de los resultados promedio.*



# Brecha de género en matemáticas

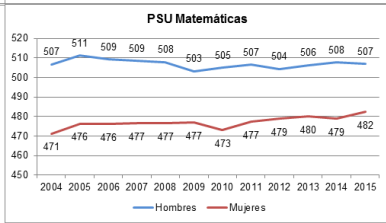
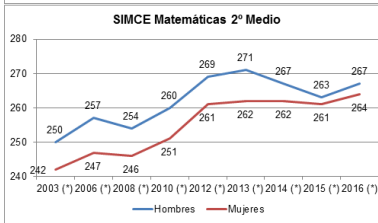
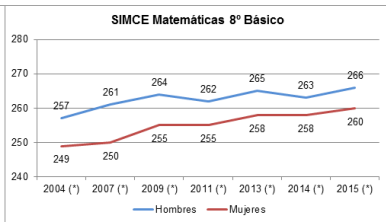
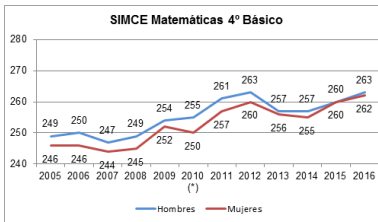
*El factor que explica las brechas en matemáticas es la desigualdad de género en la sociedad.*



Muestra de 38 países sobre 450 puntos en PISA 2012.

# Brecha de género en matemáticas

*En Chile se observan brechas en SIMCE y PSU.*



(\*): Diferencias significativas.



# Evidencia: brechas de género tienen un origen social

- Hombres y mujeres comparten la misma base biológica para el dominio y éxito en matemáticas (Spelke, 2005).
- En muchos sistemas las brechas en tests de matemáticas se han acortado o bien no existen (Else-Quest et al., 2010; Hyde & Mertz, 2009).
- Las mujeres pueden mostrar talento excepcional en matemáticas al igual que los hombres (Andreescu et al., 2007).
- No hay evidencia de la hipótesis de mayor variabilidad de los resultados de los hombres (Else-Quest et al., 2010; Hyde & Mertz, 2009; Hyde, 2014; Lindberg et al., 2010).
- Aunque existen diferencias biológicas, estas no afectan el dominio de las matemáticas.

# Cómo los estereotipos de género afectan los resultados en matemáticas

- Impacto de los estereotipos de género en el hogar y la escuela (Gunderson et al., 2012).
- A pesar que no se observen diferencias en la habilidad *real* (Smetackova, 2015).
- **Hogares:**
  - Transferencia expectativas de rol desde las madres hacia las niñas (González de San Román & de la Rica Goiricelaya, 2012; Tomasetto et al., 2015).
  - Estímulos diferenciados por género en los primeros años (Gunderson et al., 2013).
- **Escuela:**
  - Estereotipos presentes a edades tempranas (Cvencek et al., 2011).
  - Ansiedad en matemáticas y diferencias en autoconfianza (Ahmed et al., 2012; Bharadwaj et al., 2015).
  - Incidencia de trastornos de ánimo y depresión (social) (Zahn-Waxler et al., 2008).

# Diferencias de género y tests de matemáticas

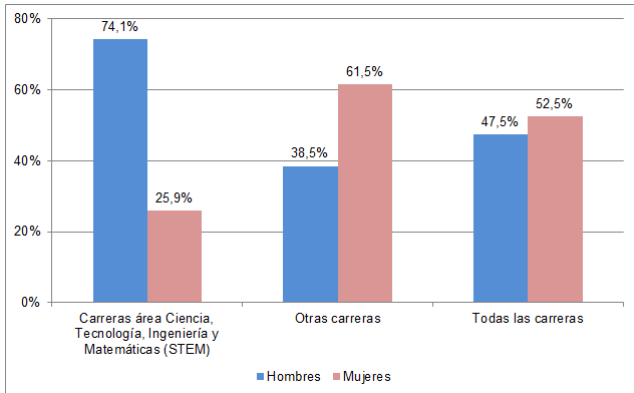
- Mujeres deberían tener mejores resultados que hombres (Di Prete & Jennings, 2009).
- Test cognitivos: también capturan rasgos no cognitivos relevantes (Borghans et al., 2011). Puntajes pueden subestimar habilidad cognitiva real en grupos estereotipados (Walton & Spencer, 2009).
- **Amenaza de estereotipo:** *Situación donde el miembro de un grupo social discriminado está en riesgo de confirmar, como una característica propia real, un estereotipo negativo* (Steele & Aronson, 1995).
- Factores (Nguyen & Ryan, 2008): (i) relevancia estereotipo relativa a la situación de evaluación, (ii) identificación de los individuos con el dominio evaluado, (iii) dificultad del test, y (iv) tipo de estereotipo
- En ambientes hostiles y estereotipados las mujeres disminuyen desempeño en resolución de problemas de matemáticas (Oswald & Harvey, 2000; Rivardo et al., 2011).

# Género y pruebas competitivas

- Diferencias de género en aversión al riesgo y competencia:
  - Mayor aversión al riesgo en mujeres (Bertrand, 2011; Croson & Gneezy, 2009).
  - Diferencias pueden afectar resultado de mujeres en ambientes competitivos: tests de matemáticas competitivos (Niederle & Vesterlund, 2010).
- Evidencia sobre diferencias de género en competencia:
  - Origen cultural de las diferencias: Maasai *versus* Khasi (Gneezy et al., 2009).
  - Heterogeneidad de los resultados: tipo de tarea (Dreber et al., 2014), nivel de desempeño (Garratt et al., 2013), composición de género del grupo y aspectos institucionales (Niederle & Yestrumskas, 2008).
  - Las mujeres no aumentan su desempeño cuando compiten con hombres, pero estos si (Gneezy & Rustichini, 2004).

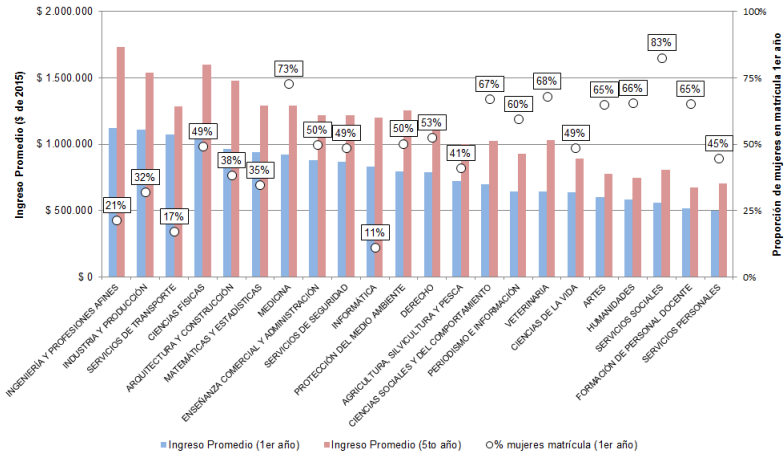
# Mujeres y STEM en Chile

*Del total de estudiantes matriculados en carreras universitarias del área de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) en 2013, sólo un 25 % son mujeres.*



# Mujeres y STEM en Chile

*Las mujeres se concentran en áreas de estudio con menores expectativas salariales.*



# Relevancia

- Mujeres acceden a carreras con menores expectativas de empleabilidad e ingresos futuros.
- Aumentar la participación de las mujeres en STEM es importante para la reducción de brechas de género en general (OECD, 2015).
- Otros efectos:
  - Se pierden talentos de mujeres en STEM.
  - Ocupaciones STEM se benefician de la diversidad que aportan las experiencias de las mujeres (Franklin, 2013).
  - Equidad de género y su impacto en participación laboral de las mujeres puede tener un efecto significativo en el crecimiento de los países (Thévenon et al., 2012).

# Fuentes de Información

- Desempeño en matemáticas
  - SIMCE: Test no competitivo, resultados individuales no son conocidos por estudiantes, ni docentes ni familias. No inciden en promoción de los estudiantes (sin consecuencia).
  - PSU: Test competitivo de altas consecuencias para los estudiantes (ingreso a carreras e instituciones). Proceso de aplicación enfatiza competitividad.
- Mellizos mixtos que rinden SIMCE 2do medio en 2010 y participan del proceso PSU 2013 (rinden test a fines de 2012).



## Brecha de género en tests de Matemáticas: SIMCE 2010 y PSU 2013

- Resultados en tests SIMCE (no competitivo) y PSU (competitivo).
- Muestra de mellizos.
- Modelos estimados:

$$simce_{ij} = (\phi_j + u_j) + \beta_1 mujer + \beta_2 x_{ij} + \xi_{ij}$$

$$psu_{ij} = (\omega_j + \tau_j) + \gamma_1 mujer + \gamma_2 x_{ij} + \zeta_{ij}$$

- Robustez: análisis de pruebas SIMCE Lenguaje y PSU Lenguaje.

## Brecha de género en tests de Matemáticas: SIMCE 2010 y PSU 2013

- Controles SIMCE:

- Autoeficacia general y autoeficacia en matemáticas
- Inversión de los padres en los aprendizajes
- Trabajo escolar del estudiante (tareas y libros leídos)
- Expectativas de los padres
- Promedio general de notas
- Promedio de notas en matemáticas
- Asistencia
- Promedio SIMCE en matemáticas de la escuela
- Interacciones con género

- Controles PSU:

- Ídem SIMCE
- + resultado SIMCE matemáticas.

## Brecha de género en tests de Matemáticas: SIMCE 2010 y PSU 2013

		Matemáticas	Lenguaje
SIMCE	Mujer	-0,149 (0,088)	0,042 (0,130)
	N	212	200
PSU	Mujer	-0,183* (0,089)	-0,260* (0,115)
	N	212	200

*Nota:* \* :  $p < 0,10$ ; \*\* :  $p < 0,05$ ; \*\*\* :  $p < 0,01$ .

## Brecha de género en tests de Matemáticas: SIMCE 2010 y PSU 2013

	SIMCE Mate (1)	SIMCE Mate (2)	PSU Mate (1)	PSU Mate (2)
Mujer	-0,126 (0,073)	-0,149 (0,088)	-0,177** (0,065)	-0,183* (0,089)
Autoeficacia Gral.	-0,031 (0,054)	-0,059 (0,081)	0,017 (0,052)	-0,062 (0,093)
Autoeficacia Mate.	0,209** (0,069)	0,201* (0,089)	-0,002 (0,046)	0,056 (0,081)
SIMCE Mate (escuela)	0,616*** (0,140)	0,606*** (0,144)	0,421*** (0,123)	0,398** (0,146)
Nota Mate	0,153 (0,090)	0,159 (0,103)	0,124 (0,070)	0,151 (0,087)
Nota Gral.	0,410*** (0,112)	0,418*** (0,108)	0,223* (0,088)	0,233* (0,104)
Asistencia	0,057 (0,042)	0,065 (0,046)	-0,081 (0,126)	-0,099 (0,160)
SIMCE Mate			0,521*** (0,081)	0,493*** (0,107)
<i>N</i>	212	212	212	212
<i>grupos</i>	106	106	106	106
<i>F</i>	5,747	4,855	8,793	8,751
<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000

Nota: \* :  $p < 0,05$ ; \*\* :  $p < 0,01$ ; \*\*\* :  $p < 0,001$ .

## Brecha de género en tests de Matemáticas: SIMCE 2010 y PSU 2013

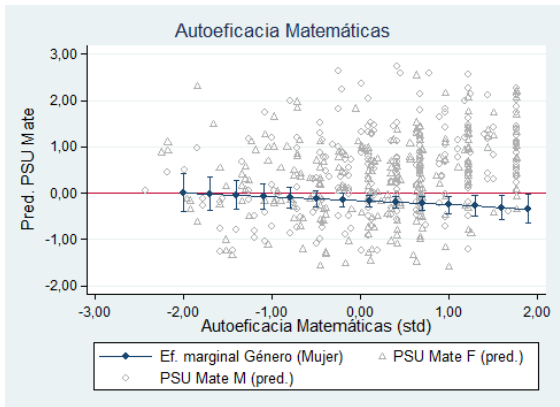


Figura: Efecto género en PSU Matemáticas y Autoeficacia Mate.

## Brecha de género en tests de Matemáticas: SIMCE 2010 y PSU 2013

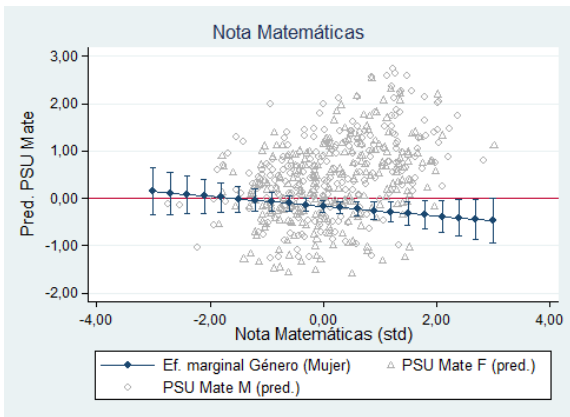


Figura: Efecto género en PSU Matemáticas y Nota Mate.

# Conclusiones

- Se observa una brecha en el test competitivo de matemáticas (PSU), no así en el no competitivo (SIMCE).
- *Robustez*: Se observa el mismo comportamiento en Lenguaje, un dominio donde las mujeres tienen típicamente mejores resultados.
- Es importante profundizar en el impacto de los tests competitivos en la brecha de género en matemáticas, e incorporar variables no cognitivas en el análisis de desempeño de los estudiantes.
- Mujeres con mayor autoestima en matemáticas y mejores notas en matemáticas enfrentan mayor efecto del sesgo (amenaza de estereotipo).

# Referencias I

- 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.
- 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.
- Bertrand, M. (2011). New Perspectives on Gender. In *Handbook of Labor Economics*, volume 4 (pp. 1543–1590).
- 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*.
- 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.
- Croson, 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.
- 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, (09)*.



## Referencias II

- 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.
- 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.
- 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*.

## Referencias III

- 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.
- 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.
- 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.
- 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. (2010). Explaining the Gender Gap in Math Test Scores: The Role of Competition. *Journal of Economic Perspectives*, 24(2), 129–144.

## Referencias IV

- Niederle, M. & Yestrumskas, A. (2008). *Gender Differences in Seeking Challenges: The Role of Institutions*. Technical report, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- 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.
- 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.
- 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.

# Referencias V

- 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.
- 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.
- 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.