



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de
Psicología
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE PSICOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY

Trabajo Final de Grado

Modalidad: Artículo científico de producción empírica.

Título: Matemática temprana y género: Un análisis de resultados en
escuelas uruguayas.

Abril 2023

Tutor: Alejandro Maiche

Cotutora: Dinorah de León

Revisora: Gabriela Fernández Theoduloz

Nathalia San Román Inzaurrealde

2.981.814-7

Resumen:

Las habilidades matemáticas surgen desde edades muy tempranas y no presentan en esta etapa diferencias de rendimiento vinculadas al género. Sin embargo, algunos estudios muestran que, luego de comenzar la educación primaria es posible encontrar diferencias en el desempeño matemático entre niñas y niños. La brecha de género en matemáticas ha sido valorada como una de las causas de escasa presencia de mujeres en el campo STEM¹. El objetivo del presente estudio fue conocer y analizar a través del género los resultados en matemática de niñas y niños de nivel 5 y primer año escolar. Las y los participantes fueron 802 niñas y niños de 15 escuelas uruguayas. Los resultados obtenidos muestran diferencias de rendimiento significativas entre niñas y niños en primer año escolar que no están presentes en nivel 5. Para finalizar se discute la incidencia de estereotipos de género a la hora de enseñar matemáticas en el aula.

Palabras clave: brecha de género - matemática - evaluación temprana de matemáticas

Abstract:

Mathematical skills emerge from a very early age and do not present gender-related differences in performance at this stage. However, some studies show that, after starting primary education, it is possible to find differences in mathematical performance between girls and boys. The gender gap in mathematics has been valued as one of the causes of the low presence of women in the STEM² field. The objective of this study was to know and analyze through gender the results in mathematics of girls and boys in level 5 and first year of school. The participants were 802 girls and boys from 15 Uruguayan schools. The results obtained show significant performance differences between girls and boys in the first year of school who are not present at level 5. Finally, the incidence of gender stereotypes when teaching mathematics in the classroom is discussed.

Key words: gender gap - math - early math assessment

¹ En inglés acrónimo para Science, Technology, Engineering and Mathematics (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

² Acronym for Science, Technology, Engineering and Mathematics.

Matemática temprana y género: Un análisis de resultados en escuelas uruguayas.

1. Introducción:

Existen diferentes variables que influyen en el desarrollo de las habilidades matemáticas de niñas y niños. Algunas de ellas están más relacionadas con aspectos cognitivos, como la memoria de trabajo (Kroesbergen et al., 2014; Holmes & Gathercole, 2014), la flexibilidad cognitiva y el razonamiento (Diamond & Ling, 2020). Otras, con factores contextuales como el nivel socioeconómico familiar (Starkey et al., 2004; Lipina & Posner, 2012), el grado de educación de los padres (Davis-Kean et al., 2019), la participación de la familia en la educación de sus hijos e hijas (Van Voorhis et al., 2013; Elliott & Bachman, 2018), las creencias de la maestra en relación a las matemáticas (Gresham & Burleigh, 2019) y de la forma de enseñar matemática (Ernest, 1989).

Debido a que niñas y niños son afectados de formas distintas por algunas estas variables, el género³ es, desde hace años, una dimensión fundamental a través de la cual pensar el desempeño matemático (Rossi et al., 2022; Steffens et al., 2010). Las investigaciones en niñas y niños pequeños han demostrado que no existen diferencias en habilidades matemáticas en edades tempranas (Spelke, 2005; Kersey et al., 2019), sin embargo es posible pensar que algo ocurre entre el nacimiento y el fin de la adolescencia que lleva a las adolescentes a optar por carreras fuera del área STEM. En esta línea se ha demostrado que los factores de tipo contextual tienen mayor impacto en niñas, exponiéndolas a mayores niveles de ansiedad matemática propia y de su maestra (Beilock et al., 2010), a estereotipos de género familiares en relación a las matemáticas (Dossi et al., 2021; Del Río et al., 2016) y una peor percepción de autoeficacia (Bussey & Bandura, 1999).

Estudios previos que intentaron ubicar cronológicamente las primeras diferencias de desempeño entre niñas y niños reconocen como etapa central el rango de edades que va de los 4 a los 6 años (Cimpian, 2016; Fischer & Thierry, 2022). Se trata de un período de tiempo de gran relevancia en el cual se produce el acceso a la matemática simbólica y el inicio de la escolarización primaria.

³ A los efectos del análisis de datos se asume una división proporcionada por las escuelas en femenino y masculino. No obstante corresponde mencionar que el sexo refiere a factores biológicos que diferencian a varones y mujeres (ONU, 2013) mientras que género es una construcción simbólica que incluye atributos que se asignan a las personas en función de su sexo y contiene aspectos sociales, físicos, económicos, culturales, históricos y políticos, entre otros (Lagarde, 2018).

a. Matemática No simbólica

El conocimiento matemático no simbólico implica un conjunto de habilidades que se definen bajo el término “sentido numérico” y que permiten percibir, comparar y manipular grupos de elementos de forma aproximada. Esta habilidad es considerada innata y se encuentra presente en animales y en seres humanos, incluso desde los primeros meses de vida (Izard et al., 2009; Xu & Spelke, 2000; Starr et al., 2013; Hubbard et al., 2008). La matemática no simbólica es entendida como una base necesaria para el surgimiento de habilidades simbólicas posteriores, cuyo procesamiento implica un mayor nivel de abstracción (Dehaene 1997; Park & Brannon, 2013; Hyde et al., 2014). A su vez, el conocimiento no simbólico parece ser un buen predictor y potenciador del rendimiento matemático en etapas vitales subsiguientes (Starr et al., 2013; Gilmore et al., 2007, Chen & Li, 2014).

b. Matemática Simbólica

Los conceptos matemáticos simbólicos se adquieren y desarrollan mediante experiencias educativas oportunas que se dan principalmente en el hogar y en la escuela. Aproximadamente a los 4 años, a través del acceso al vocabulario numérico, se produce la transición desde la estimación perceptiva al sistema simbólico que habilitará el acceso a la representación de cantidades exactas (Libertus et al., 2014). El sujeto incorpora entonces la habilidad de transcodificar cantidades no simbólicas en sus representaciones fonológicas y visoespaciales (Zuber et al., 2009).

En este sentido, Aunio y Räsänen (2016) plantean un modelo explicativo del desarrollo de las habilidades numéricas tempranas compuesto de 4 factores. El primero está vinculado al surgimiento del sentido numérico simbólico y no simbólico. El siguiente, refiere al entendimiento de las relaciones matemáticas e incluye los principios lógicos tempranos y símbolos matemáticos básicos (mayor, menor, igual y distinto). Posteriormente, se aprenden las habilidades de conteo, el conocimiento de los símbolos numéricos y la capacidad de enumerar objetos concretos. Finalmente el niño ya comienza a realizar operaciones aritméticas básicas que permitirán manipular las cantidades de manera formal.

c. Antecedentes al inicio de la escolarización

En primera infancia es posible identificar en la literatura una línea fuerte de investigaciones favorables a la “Hipótesis de las similitudes de género” (Hyde, 2005; Hyde et al., 2008) en la cual se propone y analiza la similitud en la mayoría de los aspectos

fisiológicos, que incluyen el cerebro y la cognición, entre personas de diferentes géneros. De hecho, el surgimiento de las habilidades matemáticas no presenta variaciones relativas al género, e incluso, al medir habilidades aritméticas precoces en bebés no existe prevalencia para ningún sexo (Dehaene, 2011). Tampoco existen ventajas a favor de los niños cuando se mide el procesamiento de números, objetos o espacio en niñas y niños pequeños (Spelke, 2005). Incluso se estableció que los cerebros de niñas y niños no presentan diferencias en sus respuestas durante el procesamiento matemático, ni en tasas de desarrollo cognitivo en la primera infancia y presentan equivalencia a nivel de las redes de procesamiento numérico y de todo el cerebro (Kersey et al., 2019). A su vez, existen investigaciones que no encuentran diferencias significativas en las medias del rendimiento matemático de niñas y niños hasta quinto grado de primaria salvo porque las niñas pierden un mínimo de desviación estándar en relación a los niños (Fryer & Levitt, 2010).

Aún así, al medir el desempeño matemático en etapas avanzadas de la escolarización diversas investigaciones reportan diferencias a favor de los niños (Contini et al., 2017; Ellison & Swanson, 2018; Borra et al., 2021). Estas diferencias son parte del fenómeno conocido como brecha de género en matemáticas, que sumado a otra diversidad de aspectos dan lugar a la ausencia de mujeres en el área STEM lo cual configura un problema social y económico que tiene causas y efectos múltiples (MIMCIT, 2020). Conocer cuándo y cómo se vuelven visibles estas diferencias es un insumo indispensable para poder intervenir a favor de las niñas mediante políticas que equiparen las posibilidades para varones y mujeres.

En esta línea, Cimpian et al., (2016) realizaron un análisis de las evaluaciones de más de doce mil niños y niñas en EE.UU con el fin de conocer si existe y cuál es la distribución de las diferencias en el logro matemático de participantes de nivel 5 y primer año. La prueba aplicada fue de tipo adaptativo por lo que el diseño depende de las habilidades demostradas en respuestas previas. Los resultados muestran que la brecha por género pasa de no existir en nivel 5 a ser significativa a favor de los niños en primer año.

Por otro lado, Fischer y Thierry (2022) analizaron datos de más de diez mil niñas y niños en Francia de entre 4 y 7 años con el objetivo de identificar si existe la brecha de género en matemáticas en nivel 5. La prueba aplicada en nivel 5 estaba compuesta por tareas que evaluaban componentes simbólicos y no simbólicos mientras que la prueba de primer año evaluó matemática simbólica. Los resultados obtenidos muestran que en el nivel 5 con niñas y niños de 4 a 5 años se detecta una ventaja leve pero significativa a favor de las niñas ($d = 0.131$) mientras que en primero los resultados se vuelcan de forma significativa a favor de los niños ($d = 0.256$).

Estas investigaciones y muchas otras consideran la importancia de los estereotipos de género a la hora de analizar sus resultados.

d. Estereotipos de género

Los estereotipos de género son ideas descriptivas o prescriptivas de cómo alguien es o debería ser en función únicamente de su género. Estas ideas terminan influyendo en las preferencias y expectativas de las personas afectadas por el estereotipo, un ejemplo sería creer que las niñas y mujeres prefieren siempre tomar menos riesgos (Cuevas-Ruiz & Sevilla, 2022). Como fue mencionado el género no ha sido asociado como determinante en el desarrollo de las habilidades matemáticas (Hyde et al., 2008). De hecho, diversos estudios realizados en el área de la psicología cognitiva muestran resultados equiparables entre niñas y niños en diferentes aspectos de la matemática temprana incluso en bebés (Spelke, 2005, Kersey et al., 2019). Sin embargo, el estereotipo de género que asigna a los niños mayores habilidades matemáticas ha sido identificado en edades tempranas que coinciden con el inicio de la escolarización.

En el caso de Del Río, Strasser y Susperreguy (2016) detectaron la presencia de estereotipos de género vinculados a las matemáticas no solo en niños y niñas de 5 años sino también en sus madres, padres y/o educadores. Por su parte Bian, Leslie y Cimpian (2017) observaron cómo a los 6 años las niñas, ya presentan estereotipos de género incorporados en relación a las habilidades intelectuales de niñas y niños para tareas consideradas muy complejas. Para ello investigaron un grupo de niñas y niños de 5 a 7 y detectaron que mientras a los 5 años niñas y niños asocian la brillantez con su propio género, las niñas a los 6 dejan de hacerlo y pasan a percibirse para estas tareas de forma desfavorable en relación a los niños.

2. Datos de Uruguay:

En Uruguay se aplican tres pruebas estandarizadas para evaluación matemática de gran alcance. Aristas y Erce exploran la situación en tercero y sexto de primaria mientras que, PISA es aplicada a los 15 años. Una lectura de los resultados focalizada en género y matemática expone en todos los casos diferencias no significativas a favor de los niños.

Las pruebas PISA, muestran que en participantes de 15 años existen diferencias de rendimiento matemático a favor de los varones aunque con excepciones entre países y con diferencias de rendimiento mayores dentro de un género que al comparar entre distintos géneros. Aún así, se reconoce la importancia de lograr estrategias que estimulen aspectos como la motivación y la confianza de las adolescentes como forma de reducir la brecha de género (OCDE, 2014). Asimismo, establece que las diferencias por género no están

vinculadas a factores innatos sino a estereotipos de género por lo que se alienta a padres y profesores a intervenir para revertir creencias que, por ejemplo, asocian la informática como un entorno laboral masculino (OCDE, 2016). En Uruguay, los adolescentes superan a las adolescentes por 8 puntos en matemáticas mientras que la media general de países que aplican PISA es de 5 puntos a favor de los varones (OCDE, 2019).

En el caso de ERCE (Estudio Regional Comparativo y Explicativo - UNESCO) se plantean una serie de factores que influyen en los resultados del aprendizaje matemático. Entre los mismos, se considera las expectativas educativas de padres y docentes como un factor relevancia, y plantean que, a mayores expectativas mejores resultados en matemáticas, lenguaje y ciencias tanto en tercero como en sexto grado. Por lo tanto, cuando las altas expectativas y el apoyo familiar se combinan, logran potenciar en el o la estudiante la motivación, la confianza y la tolerancia a la frustración. En los resultados de matemáticas de Uruguay en 2019 las niñas superaron a los niños en matemáticas en tercer año por 2 puntos de media, lo cuál representa una diferencia no significativa. Por su parte, en sexto año la diferencia es de 5 puntos de media a favor de los niños que tampoco resulta, según lo reportado, estadísticamente significativa (OREALC/UNESCO, 2022).

Por su parte, en Aristas, se referencian los efectos positivos del involucramiento parental en el proceso educativo sobre la motivación y la autorregulación de sus hijos e hijas, y se menciona la incidencia de los roles de género presentes en los diferentes espacios de socialización. En cuanto a resultados en tercero no se reportan diferencias significativas entre niñas y niños, 29.2% de las niñas y 30.4% de los niños se ubican en los dos niveles más altos de rendimiento. En las evaluaciones de matemáticas en sexto grado tampoco se reportan diferencias significativas de rendimiento, 29.7% de las niñas y 31.8% de los niños se ubican en los dos niveles más altos de rendimiento (INEEd, 2021).

Como se observa, en todos los casos los organismos evaluadores reconocen algún tipo de componente sociocultural que va asociado a la lectura de resultados cuantitativos. La necesidad de visibilizar el impacto de los estereotipos de género o de sus efectos estimulando a madres, padres, entorno y docentes a considerar estos sesgos a la hora de educar a niñas y niños es con diferentes énfasis unánime.

3. El presente estudio:

Este estudio busca explorar las diferencias existentes en el desempeño matemático temprano entre niñas y niños. Se busca aportar al conocimiento actual sobre la situación en la que niñas y niños inician su escolarización primaria. Se trata de un estudio de tipo

transversal (Montero y León, 2005) en el que serán comparados diferentes grupos en función de las variables edad, género y puntajes en evaluación matemática.

a. Objetivo Principal

Conocer el desempeño matemático simbólico y no simbólico de niñas y niños de nivel 5 y primer año escolar.

b. Objetivos específicos

- a) Realizar una evaluación del desempeño matemático temprano de niñas y niños de nivel 5 y primer año escolar.
- b) Examinar los puntajes de diferentes componentes de la matemática que se observan en niñas y niños
- c) Analizar si existen y cómo son las diferencias de los resultados en grupos de niños y niñas de nivel 5 y primer año de educación primaria.

c. Hipótesis

La hipótesis de investigación es que los rendimientos en matemática simbólica y no simbólica evolucionan de forma diferente en niñas y niños en esta etapa de la escolarización.

d. Participantes

Las y los participantes de la presente investigación fueron niñas y niños de nivel 5 (N5) y primer año escolar de escuelas públicas y privadas uruguayas (ver tabla 1). Las mediciones fueron realizadas durante el período 2020-2022. La muestra contiene escuelas pertenecientes a diferentes quintiles socioeconómicos. Debido a restricciones del período de pandemia se realizó un muestreo no probabilístico (Hernández-Sampieri, 2018). La prueba PUMa (Prueba Uruguaya de Matemáticas, <https://puma.cicea.uy/>) (Maiche et al., 2020) fue aplicada en niñas y niños de 15 escuelas y colegios distribuidos por departamentos de la siguiente forma: 12 Montevideo, 1 Canelones, 1 Maldonado y 1 Colonia. La muestra inicial tuvo un total de 1079 aplicaciones de las cuales 194 fueron eliminadas por tratarse de registros duplicados generados por niñas y niños que hicieron la prueba más de una vez conservando solo el primer intento. Además, 82 aplicaciones de niñas y niños fueron eliminadas por no contar con la información de su fecha de nacimiento.

Un registro fue descartado por tratarse del único sujeto que supera los 9 años al momento de aplicar la prueba. La muestra final fue de 802 niños y niñas de nivel 5 y primer año (ver tabla 1).

Las pruebas fueron aplicadas en su mayoría entre agosto y diciembre dado que son las épocas de mejor asistencia debido a factores climáticos.

Tabla 1

Composición de la muestra por sexo y grado

Grado	Niñas		Niños	
	n	Edad <i>M(DE)</i>	n	Edad <i>M(DE)</i>
Nivel 5	125	72,71 (4,3m)	119	74,06 (4,8m)
Primero	251	83,53 (5,4m)	307	84,68 (5,2m)

Edad y DE en meses

e. Procedimiento

Las niñas y los niños fueron evaluados utilizando la prueba PUMa. Se trata de una evaluación diseñada para evaluar la competencia en matemática temprana. La prueba es de aplicación individual, los niños y niñas de la misma clase la realizan en simultáneo de forma digital, utilizando una tablet y auriculares. Está compuesta por 9 tareas (subpruebas), 5 tareas evalúan habilidades en matemática simbólica y 4 tareas en matemática no simbólica (ver tabla 2). En la mayoría de las tareas el nivel de dificultad se incrementa sucesivamente a medida que se avanza en el número de ensayos. A su vez, PUMa consta de una trama audiovisual en la que niñas y niños son invitados a colaborar con personajes durante un recorrido por Uruguay en el cual les serán presentados nueve “desafíos” correspondientes a cada una de las tareas. Si bien PUMa se encuentra en proceso de baremación, los resultados de su aplicación obtenidos hasta el momento sugieren que la misma posee una validación convergente con TEMA-3⁴ (Ginsburg et al., 2007) ($r=0.803^{***}$, $n=187$). Además, cuenta con una buena consistencia interna y distribución de puntajes (α de Cronbach = .847, ω de McDonald= .898). A su vez ha demostrado una correlación significativa con edad ($r=0.514^{***}$, $n=338$) (San Román et al., 2021).

Las tareas en PUMa suman en todos los casos un punto por respuesta correcta y cero por incorrecta y se compone por un máximo de 156 puntos.

⁴ TEMA3: Test of Early Mathematical Ability es un test de aplicación individual para evaluar competencia matemática en niñas y niños de 3 a 8 años. Se utiliza para medir conocimiento formal e informal.

Tabla 2

Descripción de las tareas de PUMa

Tarea	Tipo	Cant.Ensayos	Descripción	Ejemplo
ANS	No Simbólica	32	Se presentan dos conjuntos de puntos y se pide que se marque el que tiene mayor cantidad. Las imágenes se muestran brevemente para evitar el conteo. El ratio entre los puntos va de 1.25 a 2.	
Rotación Mental	No Simbólica	12	Se presentan tres figuras iguales rotadas y orientadas de diferentes formas. Además se muestra un target de referencia. Se pide encontrar la imagen que puede ser rotada para igualar el target. Los ángulos de rotación varían entre 45° y 315° en pasos de 45°.	
Serie numérica progresiva	Simbólica	10	Se presenta un conjunto de piedras desordenadas y se pide ordenarlas de menor a mayor. La cantidad de piedras es de 5 a 7, Los números se ubican entre en 1 y el 131.	
Conteo	No simbólica	7	Se presenta una tabla con un conjunto de puntos y se pide que se coloque la misma cantidad de piedras en un carro. La cantidad de puntos de la muestra varía entre 2 y 23.	
Serie numérica regresiva	Simbólica	10	Se presenta un conjunto de piedras desordenadas y se pide ordenarlas de mayor a menor. La cantidad de piedras es de 5 a 7, Los números se ubican entre en 1 y el 112.	
Transcodificación Auditivo - Árábigo	Simbólica	20	Se presenta un grupo de ovejas con un número diferente escrito en el lomo de cada una. Se reproduce un audio que indica qué número de oveja hay que seleccionar. Los números que se requieren se ubican entre el 2 y el 150.	
Calculo Mental Visual	Simbólica	34	Se presentan dos cartas para sumar y se solicita que seleccionen en la pantalla la respuesta que va del 1 al 10.	
Patrones	No Simbólica	10	Se presenta un patrón de imágenes con un espacio en blanco y se solicita que se seleccione el faltante desde un grupo de opciones.	
Composición y Descomposición	Simbólica	21	Se presenta el precio de diferentes artículos y se pide que se pague utilizando un grupo de monedas de 1, 2, 5, 10 o 50 pesos. Los totales de las compras varían entre 2 y 200 pesos.	

En algunas clases las y los participantes contaban con sus tablets escolares provistas por Plan Ceibal, en otros las tablets fueron facilitadas por CICEA (Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje) y también fueron de modelo Ceibal. La versión de la prueba aplicada fue la misma tanto para N5 como para primer año durante todo el período de relevamiento de datos.

Previo a iniciar con el análisis de los datos fue chequeado el *efecto techo* para los puntajes directos de PUMa, puntaje simbólico y no simbólico sin que se detectara efecto de saturación en ninguno de los casos.

4. Resultados

En el presente estudio se analizaron las diferencias en el desempeño matemático entre niñas y niños en nivel 5 y primer año escolar. Los resultados, presentados en la tabla 3, muestran los puntajes obtenidos en la prueba PUMa, tanto en el puntaje directo total como en los componentes simbólico y no simbólico por separado.

Se observaron diferencias entre niñas y niños, siendo estos últimos quienes obtuvieron mejores resultados en ambos grados. Estas diferencias fueron significativas en el puntaje total de PUMa para los niños de primer año. Aunque dentro del rango de efecto pequeño (0.20 a 0.49), estas diferencias persistieron y se acentuaron en el paso de un grado a otro.

En cuanto al puntaje simbólico, también se observaron diferencias significativas en ambos grados, siendo los niños quienes obtuvieron mejores resultados. En primer año, estas diferencias se acentuaron aún más pese a que se mantuvieron dentro del rango de efecto pequeño.

En el caso del puntaje no simbólico, si bien las diferencias no fueron significativas entre nivel 5 y primer año, se observó un cambio en la tendencia. En nivel 5, el puntaje estaba levemente a favor de las niñas ($d = -0,19$), mientras que en primer año se inclinó hacia los niños ($d = 0,02$), representando un cambio sutil pero considerable con respecto al grupo de N5.

Tabla 3
Score PUMa, por tipo de habilidad, grado y sexo

	Niñas		Niños		Diferencia de grupos		
	<i>n</i>	<i>M(DE)</i>	<i>n</i>	<i>M(DE)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Nivel5							
Score PUMa	125	62,8 (20,30)	119	67,64 (25,07)	-1,652	0,099	0,212
Simbólico	125	28,86 (13,67)	119	35,52 (18,67)	-3,169	0,002*	0,407
No simbólico	125	33,94 (9,64)	119	32,11 (9,20)	1,513	0,132	-0,194
Primero							
	<i>n</i>	<i>M(DE)</i>	<i>n</i>	<i>M(DE)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Score PUMa	251	66,51 (26,75)	307	76,11 (31,39)	-3,899	< 0,001*	0,329
Simbólico	251	33,19 (19,46)	307	42,60 (24,21)	-5,084	< 0,001*	0,427
No simbólico	251	33,32 (10,05)	307	33,52 (9,84)	-0,236	0,813	0,020

En Score Puma y Simbólico se utiliza t de Welch por violar homocedasticidad para t Student

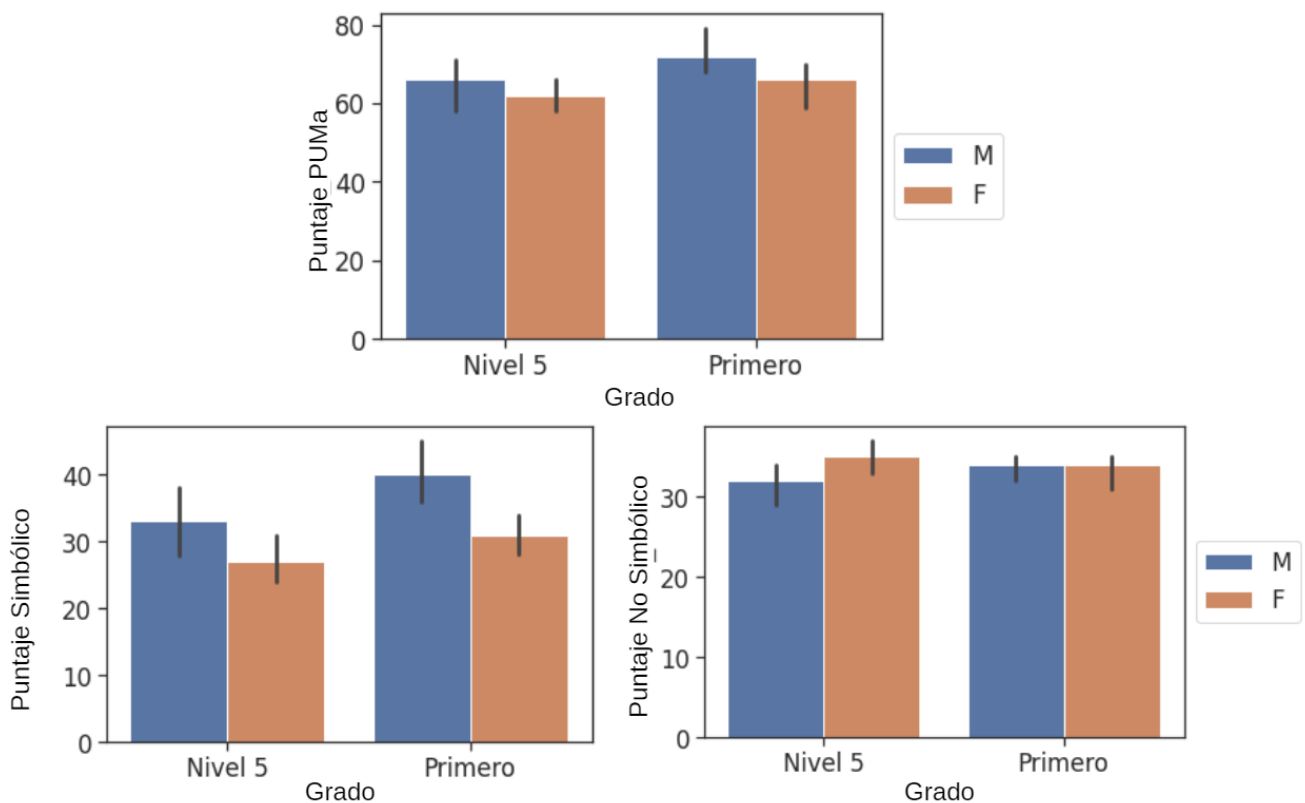
En el Gráfico 1 se pueden visualizar las diferencias entre niñas y niños por grado con un intervalo de confianza del 95%. Se evidencia que los niños tienen un mayor crecimiento en el Puntaje Directo y Simbólico de PUMa entre grados, lo que resulta en una

ventaja a favor de los niños. En cuanto al Puntaje No Simbólico, las niñas de nivel 5 tienen un mejor rendimiento que las de primer año, mientras que los niños de primero superan a los de N5, niñas y niños quedan prácticamente empatados con una pequeña ventaja a favor de los niños.

Estos resultados confirman la hipótesis planteada y demuestran que existen trayectorias diferentes en los componentes simbólico y no simbólico para niñas y niños en este nivel educativo. En el componente no simbólico, en el nivel 5, se observa un rendimiento similar entre niñas y niños, con una ligera superioridad para las niñas. Sin embargo, en primer año este comportamiento cambia y los niños tienen un mejor desempeño. En cambio, en el componente simbólico, desde el nivel 5 ya se presentan diferencias significativas en el desempeño entre géneros, que se intensifican en los resultados del siguiente grado.

Gráfico 1

Puntaje por grado y sexo



Puntaje total PUMa <= 156, simbólico <= 95, no simbólico <= 61.
Intervalo de confianza = 95

En cuanto a la evolución por edad el Gráfico 2 muestra el crecimiento de los puntajes de niñas y niños en relación a su edad en días. El crecimiento no se produce con la misma intensidad para niñas y niños y la diferencia de puntaje aumenta con la edad.

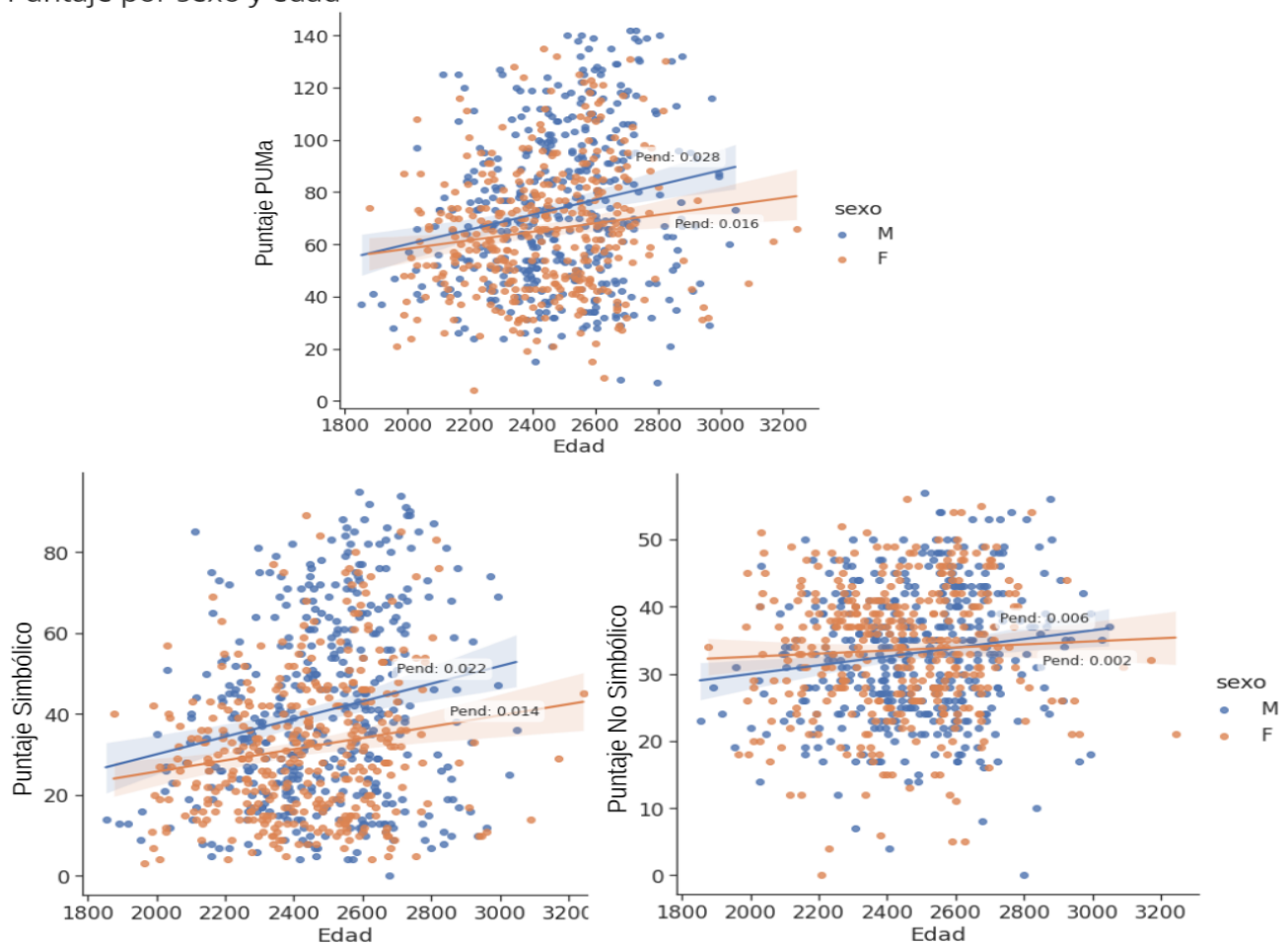
Específicamente en el caso del desempeño no simbólico queda expuesto el momento de corte entre los puntajes de niñas y niños en aproximadamente 2600 días.

La diferencia entre las pendientes para el puntaje directo de PUMa por edad es significativa ($t = -2,289$; $p < 0,001$). En el caso del puntaje simbólico para la muestra la diferencia es también significativa ($t = -1,494$; $p < 0,001$). La diferencia entre las pendientes para los resultados no simbólicos no presenta resultados significativos.

Estos resultados se mantuvieron al ajustar la pendiente al origen, con una pendiente de 0,027 para niñas y 0,030 para niños ($t = -0,420$; $p < 0,001$). Para el avance por edad en matemática simbólica en niñas se obtiene una pendiente 0,013 mientras que para niños la pendiente es de 0,016 con una diferencia también significativa, para este caso ($t = -0,627$; $p < 0,001$). Al igual que en el caso de las pendientes sin ajustar no aparecen resultados significativos en el caso de matemáticas no simbólicas.

Gráfico 2

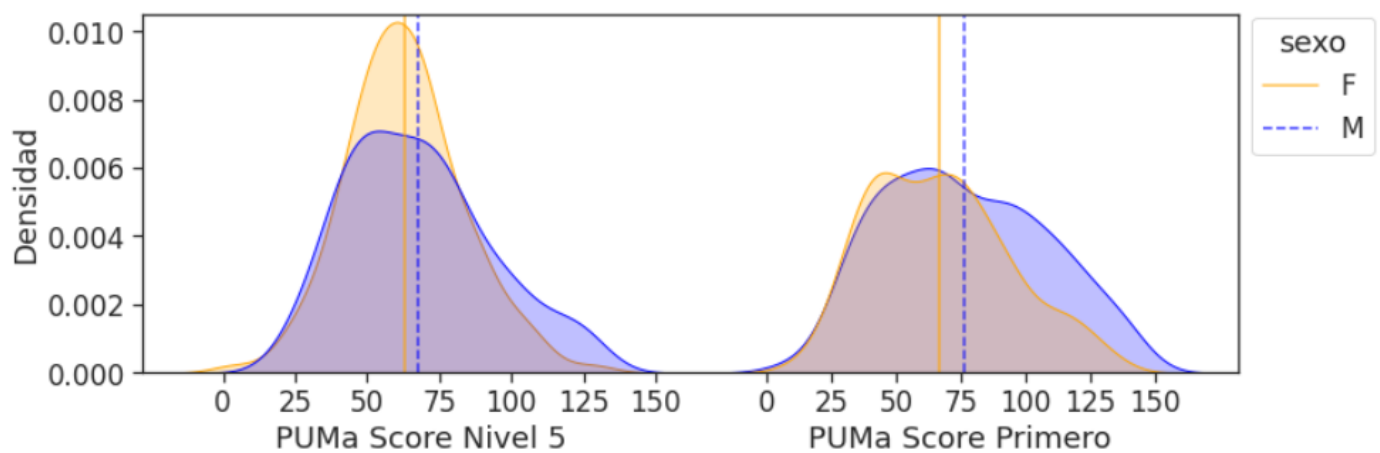
Puntaje por sexo y edad



En el Grafico 3 es posible observar en qué puntajes se acumula la mayor cantidad de resultados PUMa (densidad) para cada sexo y grado con la media correspondiente. Esta visualización muestra la evolución de las medias que tienden a separarse, lo cual podría interpretarse como un mayor crecimiento del puntaje de uno de los grupos, en este caso los niños. Este crecimiento ocurre porque la concentración de los puntajes mayores en los niños supera a la de las niñas al comparar un grado con el siguiente. Las niñas, en cambio, presentan un puntaje menos disperso verticalmente en primer año que, aunque crece en puntaje no llega a acompañar el crecimiento de los niños.

Gráfico 3

Densidad del PUMa Score por grado y sexo



5. Discusión

En la presente investigación se buscó conocer cómo es la diferencia en el desempeño matemático entre niñas y niños en nivel 5 de educación inicial y primer año de educación primaria. De acuerdo a investigaciones previas se considera que existe un tipo de conocimiento matemático innato (no simbólico) común a humanos y animales y otro aprendido mediante la escolarización y la interacción social (simbólico). Estos espacios de aprendizaje y socialización transmiten contenidos no solo formales sino también culturales relativos al género, al nivel socioeconómico, a las opciones de vida de las personas entre muchos otros.

Los resultados encontrados revelan que existen diferencias significativas en los puntajes obtenidos por niñas y niños. Estas diferencias se observan en el puntaje total de la prueba PUMa y son a favor de los niños en primer año pero no están presentes

significativamente en nivel 5. A su vez los resultados exponen un cambio para la relación edad y puntaje simbólico superior para los niños que para las niñas y una cantidad mayor de niños concentrada en los puntajes más altos.

Los resultados que se presentan son convergentes con los obtenidos por Cimpian et al., (2016) quienes reportan diferencias significativas a favor de los niños en rendimiento, solo a partir de primer año mientras que en nivel 5 niñas y niños obtienen resultados equiparables. Asimismo, los resultados del presente estudio acompañan en el componente no simbólico a los de Fischer y Thierry (2022) quienes detectan una leve ventaja a favor de las niñas en nivel 5 que cambia a favor de los niños a partir de primero. Esto podría deberse a un efecto combinado de la sociabilización y la escolarización que impacta de forma súbita y negativa en el rendimiento de las niñas. Por ejemplo, Cimpian et al., (2016) también observan que las maestras y los maestros ante igual rendimiento y actitud hacia el aprendizaje tienden a puntuar mejor a los niños que a las niñas. Esta diferencia de valoración se observa a partir de la primavera en nivel 5 y durante todo primer año salvo en el nivel más alto del rendimiento y persiste en su análisis de cohortes de 1999 y 2011. En este sentido, la relación positiva entre expectativas docentes y/o parentales y logro académico cuenta con la validación de varios estudios (Rosenthal & Jacobson, 1968; Li, 1999; Zhou et al., 2013; Hascoët et al., 2021).

Es un aspecto a considerar que las medias de edad de los estudios previamente mencionados, son menores tanto para nivel 5 como para primero que las de este estudio. Por lo tanto, realizar mediciones al inicio del año escolar o en nivel 4 será de interés para conocer cómo se comporta el rendimiento de niñas y niños en edades aún más tempranas. Por ejemplo, una línea de análisis relevante es la abordada por Gonzáles et al.,(2021) quienes indagan simultáneamente la incorporación de estereotipos de género y el rendimiento matemático en SNA (sistema numérico aproximado) en niñas y niños que han tenido una escasa exposición a la matemática formal. Los resultados de la investigación muestran un mejor rendimiento matemático para las niñas que no han incorporado estereotipos de género. La posibilidad de intervenir en conjunto con maestras y maestros de educación inicial y primaria para visibilizar y gradualmente desarticular sus creencias vinculadas a roles y estereotipos de género en matemáticas permitirá generar nuevos espacios de debate en la escuela y en la familia.

Resulta muy llamativo que los puntajes de las niñas de primero sean menores que los de las de N5 en el componente no simbólico ($M=33,94$ vs $M=33,32$). La posibilidad de realizar estudios de tipo longitudinal en el futuro permitirá observar la transición de resultados de educación inicial a primaria de forma más clara. A su vez, considerando que se trata de un tipo de conocimiento intuitivo y aproximado sería interesante conocer en futuras líneas de investigación cómo este tipo de conocimiento es afectado por aspectos

como la motivación, la autoconfianza y el autoconcepto. Por ejemplo, según Hyde et al., (2014), la brecha entre niñas y niños al percibir su autoeficacia se sostiene incluso cuando los resultados de las pruebas no arrojan diferencias por género. Considerar por lo tanto variables como desempeño matemático y autoconcepto en simultáneo permitiría acceder a conclusiones más fundamentadas en este sentido.

Para finalizar, el efecto de los estereotipos de género puede variar de una sociedad a otra ya que depende de las ideas sobre el rol de la mujer incorporadas en cada caso, por lo tanto, conocer si este tipo de efecto es visible en niñas en nuestro país podrá habilitar el trabajo con padres, educadores y docentes tal como es sugerido por todas las evaluaciones mencionadas previamente. A su vez, integrar estas propuestas en una investigación desde la psicología cognitiva con perspectiva de género, permitiría evidenciar situaciones de inequidad a las que las niñas se exponen, posibilitando intervenciones focalizadas en mejorar sus trayectorias educativas en matemáticas. Asimismo, conocer desde edades tempranas cómo el rendimiento matemático es afectado por las interacciones del género con vulnerabilidades como el bajo nivel socioeconómico (Lipina & Posner, 2012) o la pertenencia a una población racializada (Almeida, 2019), parece un insumo indispensable para desarrollar políticas educativas y sociales que empoderen a las menos privilegiadas.

Referencias Bibliográficas

Almeida, S. (2019). Racismo estrutural. Pólen Produção Editorial LTDA.

Aunio, P., & Räsänen, P. (2016). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years—a working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(5), 684-704. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.996424>

Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 1860–1863. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910967107>

Bian, L., Leslie, S. J., & Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355(6323), 389-391. <https://doi.org/10.1126/science.aah6524>

Borra, C., Iacovou, M., & Sevilla, A. (2021). Adolescence development and the math gender gap. Available at SSRN 4122090. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4122090>

Bussey, K., & Bandura, A. (1999). Social cognitive theory of gender development and differentiation. *Psychological Review*, 106(4), 676–713. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.106.4.676>

Cimpian, J. R., Lubienski, S. T., Timmer, J. D., Makowski, M. B., & Miller, E. K. (2016). Have gender gaps in math closed? Achievement, teacher perceptions, and learning behaviors across two ECLS-K cohorts. *AERA Open*, 2(4). <https://doi.org/10.1177/2332858416673617>

Chen, Q., & Li, J. (2014). Association between individual differences in non-symbolic number acuity and math performance: A meta-analysis. *Acta psychologica*, 148, 163-172. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2014.01.016>

Contini, D., Di Tommaso, M. L., & Mendolia, S. (2017). The gender gap in mathematics achievement: Evidence from Italian data. *Economics of Education Review*, 58, 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2017.03.001>

Cuevas-Ruiz, P., & Sevilla, A. (2022). Reducing gender gaps in mathematics education (No. 632). Centre for Economic Performance, LSE. <https://ideas.repec.org/p/cep/cepcnp/632.html>

- Davis-Kean, P. E., Tang, S., & Waters, N. E. (2019). Parent education attainment and parenting. In *Handbook of parenting* (pp. 400-420). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429401459-12>
- Del Río, M. F., Strasser, K., & Susperreguy, M. I. (2016). ¿ Son las habilidades matemáticas un asunto de género?: Los estereotipos de género acerca de las matemáticas en niños y niñas de kínder, sus familias y educadoras. *Calidad en la Educación*, (45), 20-53. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652016000200002>
- Dehaene, S. (1997) *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics*. OUP.
- De Smedt, B., Noël, M. P., Gilmore, C., & Ansari, D. (2013). How do symbolic and non-symbolic numerical magnitude processing skills relate to individual differences in children's mathematical skills? A review of evidence from brain and behavior. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(2), 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.06.001>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2020). Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions, including working memory. In J. M. Novick, M. F. Bunting, M. R. Dougherty, & R. W. Engle (Eds.), *Cognitive and working memory training: Perspectives from psychology, neuroscience, and human development* (pp. 143–431). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199974>
- Dossi, G., Figlio, D., Giuliano, P., & Sapienza, P. (2021). Born in the family: Preferences for boys and the gender gap in math. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 183, 175–188. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.12.012>
- Elliott, L., & Bachman, H. J. (2018). How do parents foster young children's math skills?. *Child Development Perspectives*, 12(1), 16-21. <https://doi.org/10.1111/cdep.12249>
- Ellison, G., & Swanson, A. (2018). Dynamics of the Gender Gap in High Math Achievement. NBER Working Paper Series. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3240959>
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. *Mathematics teaching: The state of the art*, 249, 254. <https://education.exeter.ac.uk/research/centres/stem/publications/pmej/impact.htm>

- Fischer, J. P., & Thierry, X. (2022). Boy's math performance, compared to girls', jumps at age 6 (in the ELFE's data at least). *British Journal of Developmental Psychology*, 40(4), 504-519. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12423>
- Fryer, Roland, G. Jr., and Steven D. Levitt. 2010. "An Empirical Analysis of the Gender Gap in Mathematics." *American Economic Journal: Applied Economics*, 2 (2): 210-40. <http://doi.org/10.1257/app.2.2.210>
- Gilmore, C. K., McCarthy, S. E., & Spelke, E. S. (2007). Symbolic arithmetic knowledge without instruction. *Nature*, 447(7144), 589-591. <https://doi.org/10.1038/nature05850>
- Ginsburg, H., Baroody, A.J., Núñez, M.C., & Lozano, I. (2007). TEMA-3: Test de Competencia Matemática Básica. Madrid: TEA
- Gresham, G., & Burleigh, C. (2019). Exploring early childhood preservice teachers' mathematics anxiety and mathematics efficacy beliefs. *Teaching Education*, 30(2), 217-241. <https://doi.org/10.1080/10476210.2018.1466875>
- Hascoët, M., Giaconi, V., & Jamain, L. (2021). Family socioeconomic status and parental expectations affect mathematics achievement in a national sample of Chilean students. *International Journal of Behavioral Development*, 45(2), 122-132. <https://doi.org/10.1177/0165025420965731>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-hill.
- Holmes, J., & Gathercole, S. E. (2014). Taking working memory training from the laboratory into schools. *Educational Psychology*, 34(4), 440-450. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.797338>
- Hubbard, E. M., Diester, I., Cantlon, J. F., Ansari, D., Opstal, F. V., & Troiani, V. (2008). The Evolution of Numerical Cognition: From Number Neurons to Linguistic Quantifiers. *Journal of Neuroscience*, 28(46), 11819–11824. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3808-08.2008>
- Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, 60(6), 581–592. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.6.581>
- Hyde, J. S., Lindberg, S. M., Linn, M. C., Ellis, A. B., & Williams, C. C. (2008). Gender similarities characterize math performance. *Science*, 321(5888), 494-495. <https://doi.org/10.1126/science.1160364>

- Hyde, D. C., Khanum, S., & Spelke, E. S. (2014). Brief non-symbolic, approximate number practice enhances subsequent exact symbolic arithmetic in children. *Cognition*, 131(1), 92-107. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.12.007>
- INEEd (2021). *Aristas 2020. Primer informe de resultados de tercero y sexto de educación primaria*.
<https://www.ineed.edu.uy/images/Aristas/Publicaciones/Aristas2020/Aristas-2020-Primer-informede-resultados-de-tercero-y-sexto-de-educacion-primaria>
- Izard, V., Sann, C., Spelke, E. S., & Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(25), 10382-10385. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812142106>
- Kersey, A. J., Csumitta, K. D., & Cantlon, J. F. (2019). Gender similarities in the brain during mathematics development. *npj Science of Learning*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.1038/s41539-019-0057-x>
- Kroesbergen, E. H., van't Noordende, J. E., & Kolkman, M. E. (2014). Training working memory in kindergarten children: Effects on working memory and early numeracy. *Child Neuropsychology*, 20(1), 23-37. <https://doi.org/10.1080/09297049.2012.736483>
- Lagarde, M. (2018). *Género y feminismo: desarrollo humano y democracia*. Siglo XXI Editores México.
- Li, Q. (1999). Teachers' beliefs and gender differences in mathematics: A review. *Educational Research*, 41(1), 63-76. <http://doi.org/10.1080/0013188990410106>
- Libertus, M. E., Feigenson, L., Halberda, J., & Landau, B. (2014). Understanding the mapping between numerical approximation and number words: Evidence from Williams syndrome and typical development. *Developmental science*, 17(6), 905-919. <https://doi.org/10.1111/desc.12154>
- Lipina, S. J., & Posner, M. I. (2012). The impact of poverty on the development of brain networks. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 238. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00238>
- Maiche, A., de León, D., Puyol, L., Díaz-Simón, N., López, F., & San Román, N. (2022).

Prueba Uruguaya de Matemática: PUMa (Versión 1.0.10) [Software]

<https://puma.cicea.uy/>

Mesa Interinstitucional Mujeres en Ciencia, Innovación y Tecnología (MIMCIT) (2020).

Mujeres en ciencia tecnología e innovación en Uruguay: Un factor clave para avanzar en igualdad de género y desarrollo sostenible.

<https://www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/informe-pa-s-vf.pdf>

Montero, I., & León, O. G. (2005). Sistema de clasificación del método en los informes de investigación en Psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 5(1), 115-127.

OREALC/UNESCO (2022). Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE) (2019) Resumen nacional de resultados. Uruguay.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382945?highlight=erce+2019+uruguay>

Organización de las Naciones Unidas. (2013). Orientación sexual e identidad de género. ACNUDH.

<https://acnudh.org/wp-content/uploads/2013/11/orentaci%C3%B3n-sexual-e-identidad-de-g%C3%A9nero2.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2014). Resultados de PISA 2012 en foco: lo que los alumnos saben a los 15 años de edad y lo que pueden hacer con lo que saben.

https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA2012_Overview_ESP-FINAL.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2016). PISA 2015. Resultados Clave. <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2019). Country Note. Uruguay. Programme for International Student Assessment (PISA) Results from PISA 2018. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_URY.pdf

Park, J., & Brannon, E. M. (2013). Training the approximate number system improves math proficiency. *Psychological science*, 24(10), 2013-2019.

<https://doi.org/10.1177/0956797613482944>

- Rosenthal, R., & Jacobson, L. (1968). Pygmalion in the classroom. *The urban review*, 3(1), 16-20. <https://doi.org/10.1007/BF02322211>
- Rossi, S., Xenidou-Dervou, I., Simsek, E., Artemenko, C., Daroczy, G., Nuerk, H. C., & Cipora, K. (2022). Mathematics-gender stereotype endorsement influences mathematics anxiety, self-concept, and performance differently in men and women. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1513(1). <https://doi.org/10.1111/nyas.14779>
- San Román, N., Sosa, C., López Guzmán, F., Puyol, L., Díaz Simón, N., de León, D., Maiche, A. (2021, Noviembre 17–21). PUMA: Prueba Uruguaya de Matemática. Diseño y validación de una evaluación digital del desempeño matemático en inicial y primer año de ed. primaria. [Poster]. I Congreso Uruguayo de Ciencias Cognitivas & II Simposio de Educación, Cognición y Neurociencia, Montevideo, Uruguay. http://www.succc.org.uy/es/events/conference_2021
- Spelke, E. S. (2005). Sex differences in intrinsic aptitude for mathematics and science? A critical review. *American Psychologist*, 60(9), 950-958. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.9.950>
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 99–120. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.002>
- Starr, A., Libertus, M. E., & Brannon, E. M. (2013). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(45), 18116-18120. <https://doi.org/10.1073/pnas.1302751110>
- Steffens, M. C., Jelenec, P., & Noack, P. (2010). On the leaky math pipeline: Comparing implicit math-gender stereotypes and math withdrawal in female and male children and adolescents. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 947–963. <https://doi.org/10.1037/a0019920>
- Van Voorhis, F. L., Maier, M. F., Epstein, J. L., & Lloyd, C. M. (2013). The impact of family involvement on the education of children ages 3 to 8: A focus on literacy and math achievement outcomes and social-emotional skills. MDRC. <https://eric.ed.gov/?id=ED545474>
- Xu, F., & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74(1), B1-B11. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(99\)00066-9](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00066-9)

Zhou, J., Urhahne, D. Teacher judgment, student motivation, and the mediating effect of attributions. *Eur J Psychol Educ* 28, 275–295 (2013).
<https://doi.org/10.1007/s10212-012-0114-9>

Zuber, J., Pixner, S., Moeller, K., & Nuerk, H. C. (2009). On the language specificity of basic number processing: Transcoding in a language with inversion and its relation to working memory capacity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(1), 60-77.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.04.003>