

MEMAT

Millennium Nucleus for the Study of the
Development of Early Math Skills



Desarrollo de las Matemáticas Tempranas en Chile: Principales Desafíos

MEMAT

El **Núcleo Milenio para el Estudio del Desarrollo de las Matemáticas Tempranas (MEMAT)** se enfoca en comprender de qué manera las experiencias matemáticas tempranas de niños y niñas contribuyen a crear oportunidades equitativas para el aprendizaje matemático y qué mecanismos aseguran una trayectoria exitosa, desde una perspectiva interdisciplinaria.

Equipo MEMAT

Investigadores Principales



Director

María Inés Susperreguy
PUC



Alternate Director

M. Francisca del Río
UDP



Katherine Strasser
PUC



David M. Gómez
UOH



Susana Claro
PUC

Investigadores Senior



Jo-Anne LeFevre
Carleton University
Canada



David Purpura
Purdue University
U.S.A.

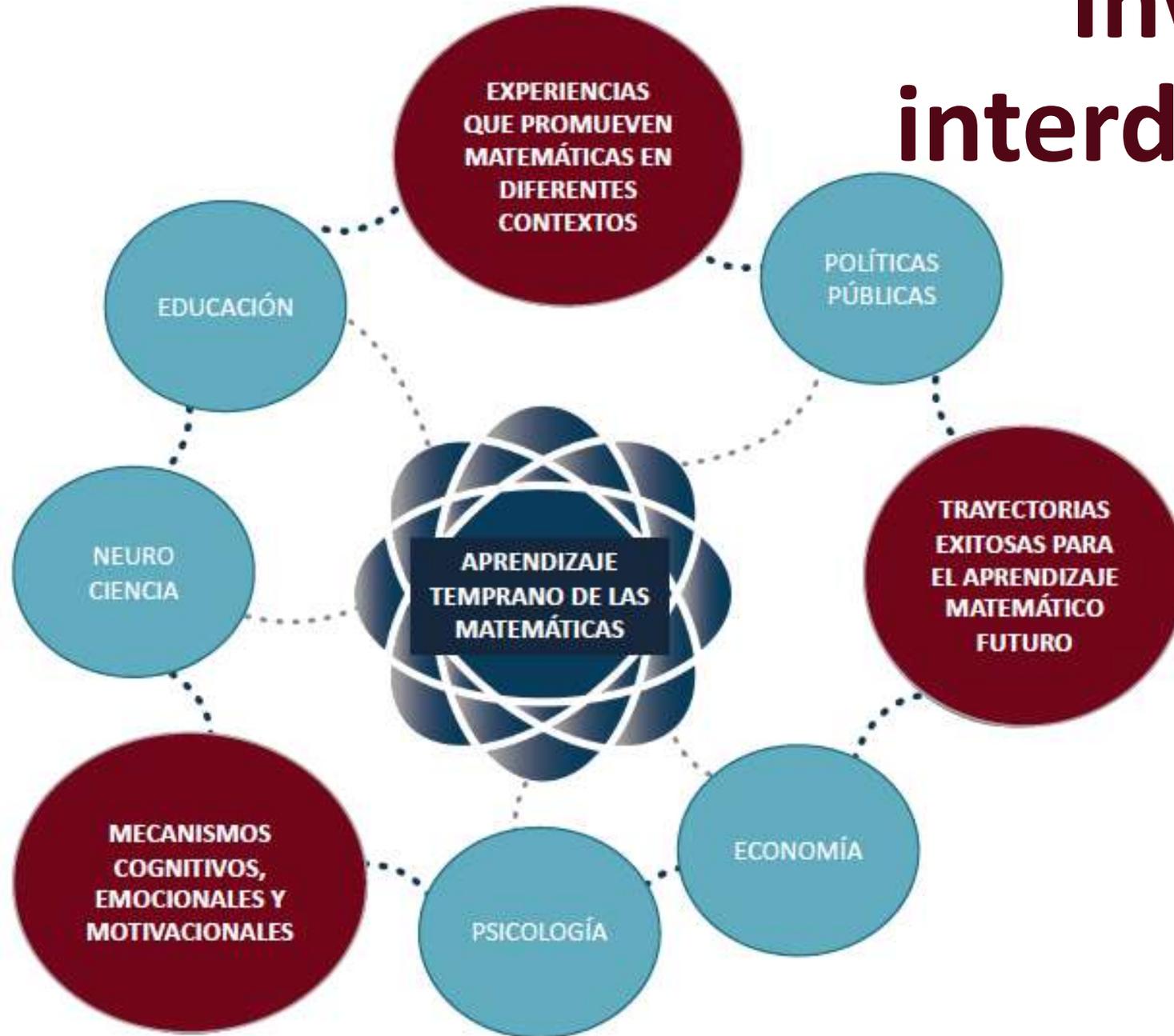


Salomé Martínez
Universidad de Chile

Host Universities



Investigación interdisciplinaria



Habilidades Matemáticas Tempranas

- Las **habilidades matemáticas** se desarrollan desde antes del ingreso a la educación primaria (Daucourt et al., 2021)
- El **aprendizaje matemático** tiene consecuencias importantes para el desempeño escolar y trayectorias futuras (Duncan et al., 2007; Watts et al., 2014)



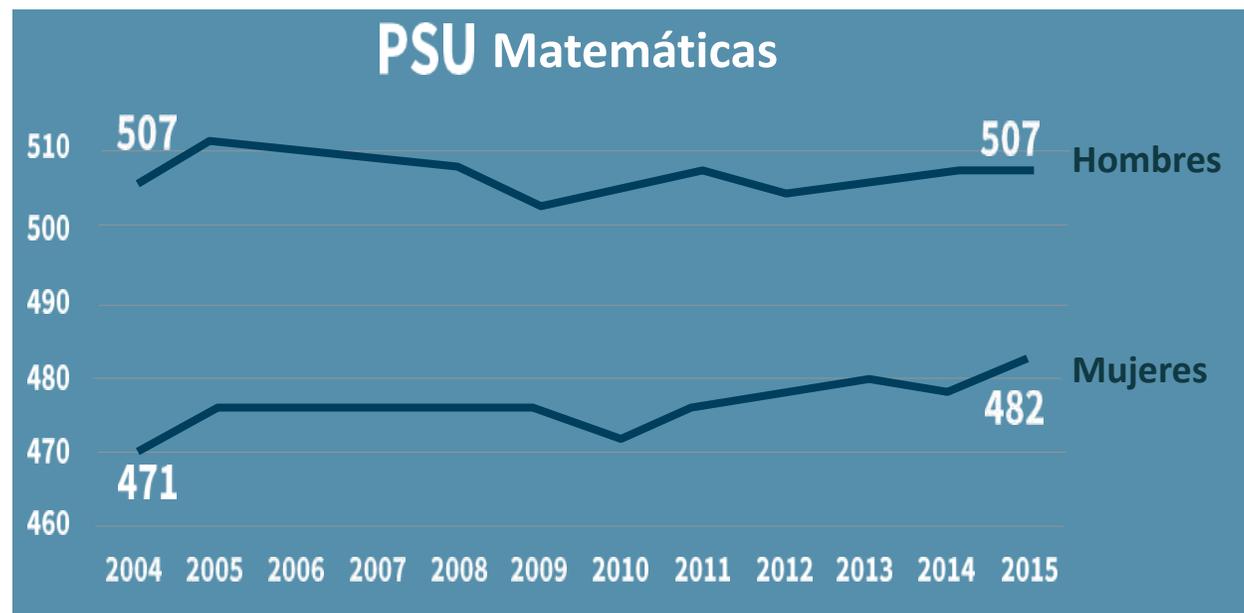
Desafíos para Chile

- **Pobre logro en general (PISA, SIMCE), tanto en Lenguaje como en Matemáticas**
- **Brechas Socioeconómicas**
- **Brechas de Género**

El aprendizaje matemático es deficiente y desigual

- Solo el 1% de los estudiantes de 4to básico es capaz de **aplicar su conocimiento** en situaciones complejas y **justificar su razonamiento matemático** (TIMMS, 2019)
- Persistente **brecha** de nivel socioeconómico (**NSE**) y **género** en pruebas estandarizadas (PISA, 2019)
- **Menores oportunidades** para las mujeres y estudiantes de NSE bajo

1%

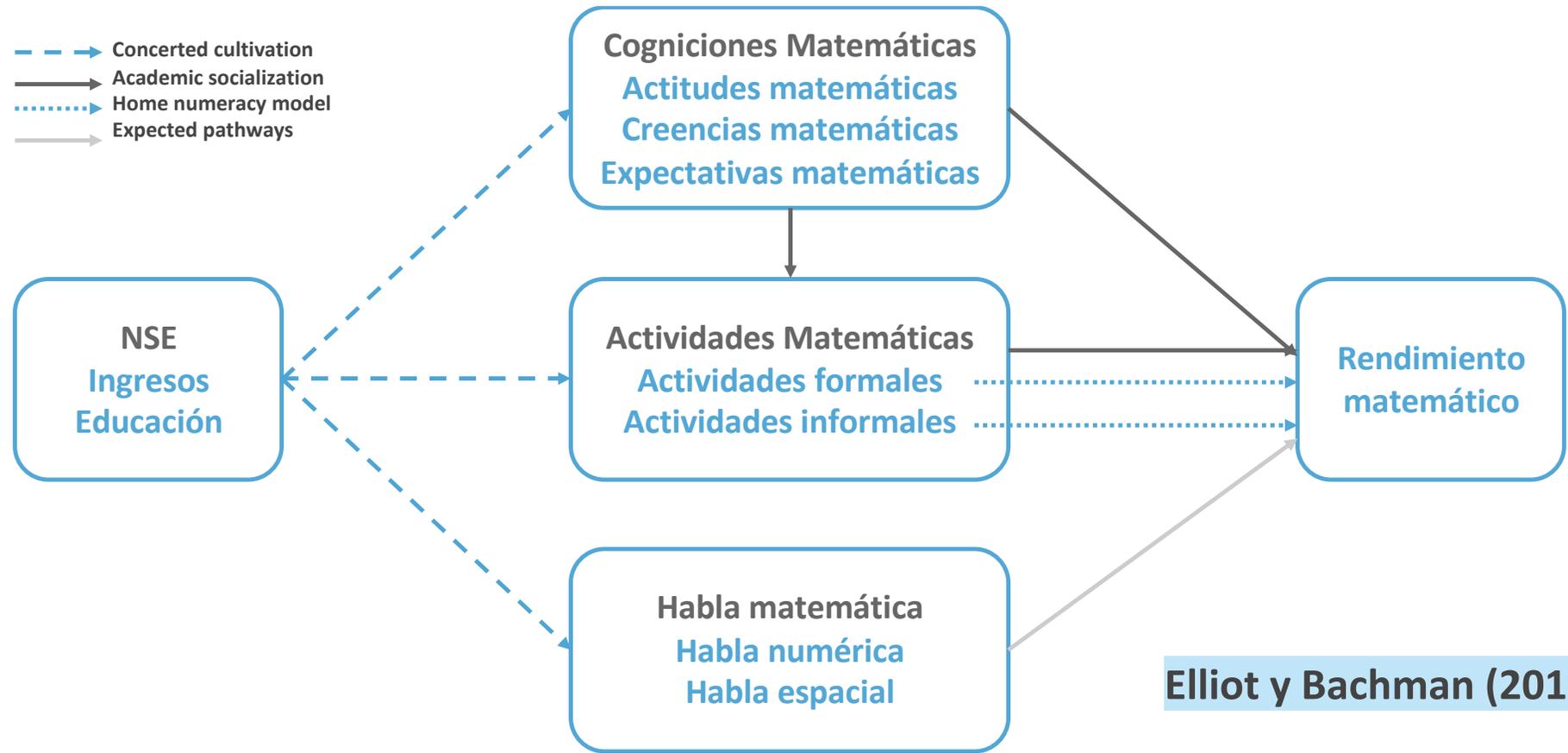


Cómo MEMAT aborda estos desafíos

- Investigando el rol del hogar y la escuela, y cómo ellos se pueden complementar
- Describiendo trayectorias matemáticas para identificar riesgos
- Investigando variables socioemocionales como las creencias, las emociones, los estereotipos, y el autoconcepto, para complementar lo que sabemos sobre factores cognitivos

Ambiente Matemático del Hogar y su relación con las Habilidades Matemáticas Tempranas

Ambiente Matemático en el Hogar



Elliot y Bachman (2018)

Actividades Formales

Foco en enseñanza de las matemáticas

- **Actividades de mapeo (básicas):** representación e identificación de números y los vínculos entre las diversas representaciones de un número (p. ej., "Le enseñó a mi hijo a reconocer los números impresos")
- **Actividades operacionales (avanzadas):** manipulación de dígitos o cantidades (p. ej., "Animo a mi hijo a que realice cálculos mentales")



Actividades Informales

No tienen como objetivo enseñar habilidades matemáticas a los niños, aunque los niños pueden aprender matemáticas participando en ellas

- **Juegos de mesa:** Conocimiento de los padres sobre los juegos comerciales relacionados con los números; frecuencia de actividades que involucran juegos

- **Cocinar, bordar,** otras actividades informales



International comparisons of the home mathematics environment and relations with children's mathematical achievement

Ellis, Cosso, Duncan, Susperreguy, Simms, Purpura (2023)

British Journal of Educational Psychology;93:1171–1187

Este estudio usó datos de TIMSS 2019 para examinar la variación en el ambiente matemático del hogar y su relación con el rendimiento matemático en 54 países, 231.138 padres y niños (M edad=10,22 años; 51% hombres).

Los padres completaron una encuesta retrospectiva sobre el entorno matemático del hogar, y se evaluó a los niños en sus habilidades matemáticas.

Resultados

Los hallazgos sugirieron que las familias en ciertos países participaban con mayor frecuencia en actividades matemáticas en casa. que las familias de otros países

La relación promedio entre HME y matemáticas fue de $r=.15$ (rango entre $r=.02$ y $r=.41$).

Resultados en Chile

Susperreguy, Douglas et al., 2020; Susperreguy, Di Lonardo Bur et al., 2020

El ambiente matemático del hogar se asocia al desarrollo de las habilidades matemáticas tempranas

Padres con **actitudes más positivas** y con **mayores expectativas** matemáticas reportan mayor frecuencia de actividades matemáticas formales

Actividades matemáticas en el hogar predicen crecimiento de habilidades matemáticas

Las **actividades formales avanzadas** se asociaron a la comprensión de magnitudes y con la fluidez aritmética.

Las **actividades matemáticas informales** se asociaron a la comparación de cantidades *no simbólicas* y la fluidez aritmética

Brechas Socioeconómicas en el Rendimiento en Diferentes Tareas Matemáticas, a lo largo del primer ciclo básico

M. Constanza Ayala¹, Katherine Strasser^{1,2}, María Inés Susperreguy^{1,2}, & Karla Castillo¹
Journal of Educational Psychology (aceptado)

Preguntas e hipótesis

RQ1: ¿Hay brechas de nivel socioeconómico en diferentes tareas matemáticas ANTES de ingresar a la escuela? ¿Cómo se relacionan con el ambiente del hogar? ¿Son las mismas para diferentes tipos de tareas matemáticas? (Cálculo, Fluidez, Problemas Aplicados)

- H1a: Cálculo y Problemas, por tener un componente mayor de lenguaje y procedimientos formales (Jordan & Levine, 2009; Lin et al., 2021), debería exhibir una brecha mayor de NSE.
- H1b: A medida que el ambiente del hogar es más enriquecido, las brechas socioeconómicas deberían atenuarse.

Preguntas e hipótesis (continúa)

RQ2: ¿Cómo son las brechas en diferentes niveles del primer ciclo básico, en las tres tareas matemáticas, y cuál es el rol de las escuelas?

- H2a: Esperamos que las brechas en Cálculo y problemas Aplicados AUMENTEN más que las de Fluidez durante la trayectoria escolar, ya que tienen más impacto de la enseñanza y el lenguaje.
- H2b: Predecimos que el impacto de las escuelas en estas trayectorias sea mayor para esas dos habilidades.

Datos y procedimiento

- This study uses data from the **first (2010), second (2012), and third (2017)** waves of the **Chilean Longitudinal Survey of Early Childhood** (ELPI, for the Spanish abbreviation of Encuesta Longitudinal de Primera Infancia), a nationally representative longitudinal survey conducted with children born after 2006.
- N=10,897 students, with 7,959 measured at the first wave, 9,198 at the second wave, and all 10,897 at the third wave. We restricted our sample to students that have been administered the **three measures of mathematical skills** in this study, obtaining a sample size of **10,665**.
- We merged our data with **2017 Chilean administrative information at the school level** to enhance our analysis.
- Descriptive statistics: 49% of children were girls, with an average age of 121 months (10 years; SD=15.9 months), and 13% belonged to Indigenous ethnic groups, and were Spanish-speaking students.

Variables

- **Problemas Aplicados, Fluidez Aritmética, Cálculo:** Batería III Woodcock-Muñoz Pruebas de Aprovechamiento (WJ III Tests of Achievement, Muñoz-Sandoval et al., 2005) applied during the third wave.
- **Edad en meses en la tercera ola**(84 a 151 meses).
- **NSE:** Nivel educativo del cuidador principal.
- **Ambiente del Hogar:** HOME (Home Observation for Measurement of the Environment; Caldwell & Bradley, 1984) en la segunda ola ELPI.

Análisis

- **Linear regression models** with robust standard errors:
 - **RQ1: subsample of seven-year-old children** (n = 787), as these students are mostly in the first grade of primary education in the Chilean educational system.
 - **M1:** only caregiver education attainment as the independent variable. **M2:** student and family control variables. **M3:** interaction effect caregiver education attainment and the early home environment.
 - **RQ2: we included the entire analytical sample** and examined the association with an **interaction effect between caregiver education attainment and student age**.
 - We incorporated **quadratic and cubic effects** to explore potential non-linear relations.
 - **Missing data:** multiple imputation using the predictive mean matching method through the *mice* package in R (van Buuren & Groothuis-Oudshoorn, 2011).
- **Hierarchical linear models** with robust standard errors with restricted maximum likelihood estimation to identify the contribution of schools in the variation of the SES gap according to children's age (**RQ2**).
 - Children at level 1 and schools at level 2.
 - Sample consisted of 5,194 students within 652 schools: missing data on the school attended by some children and we only included schools with a minimum of 5 children.



Resultados

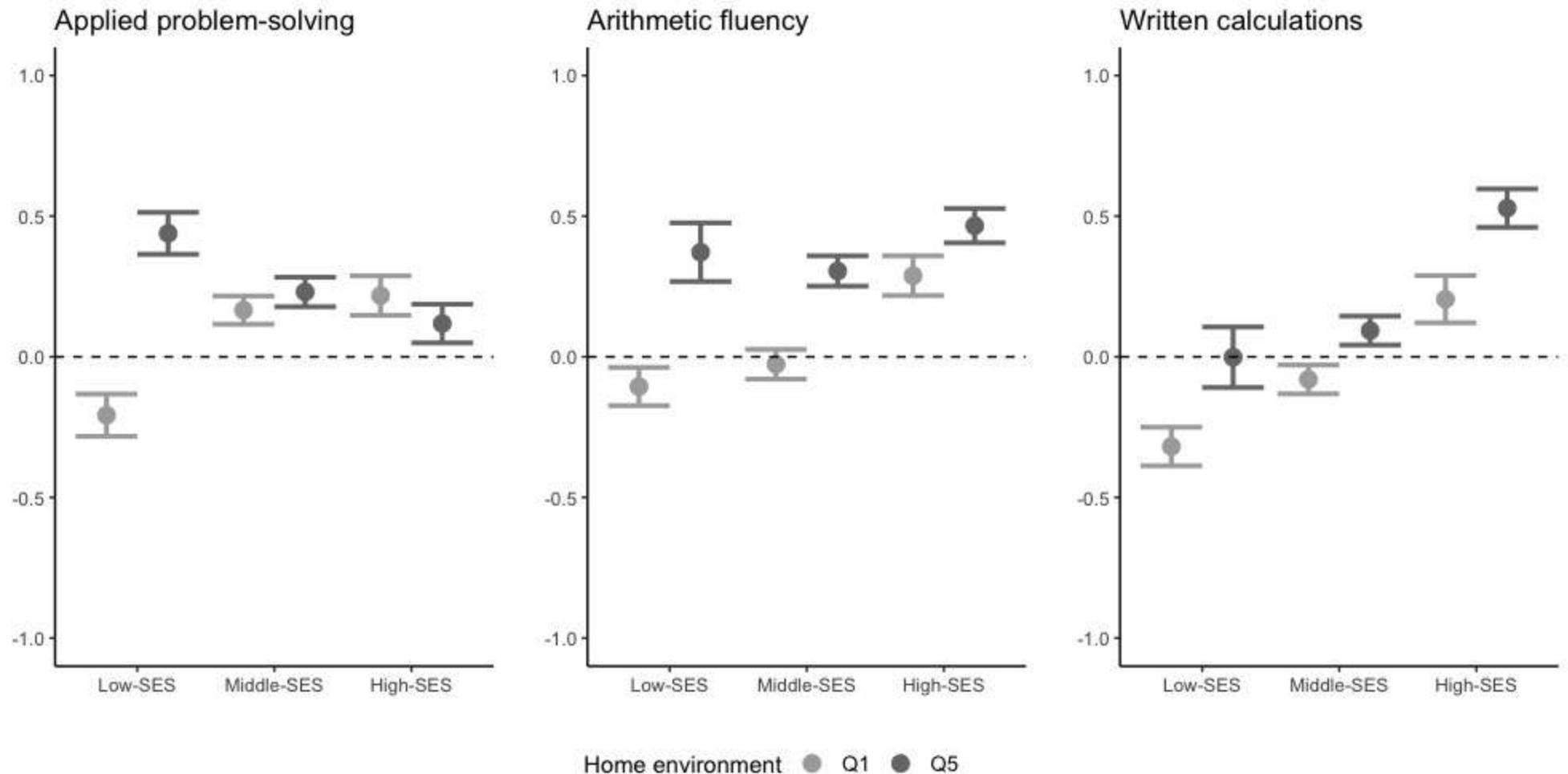
Hay brechas de NSE en todas las tareas. La más grande se observa en Cálculo, y la más pequeña en Fluidez

Linear Models for Mathematical Skills within the Restricted Sample (Age 7)

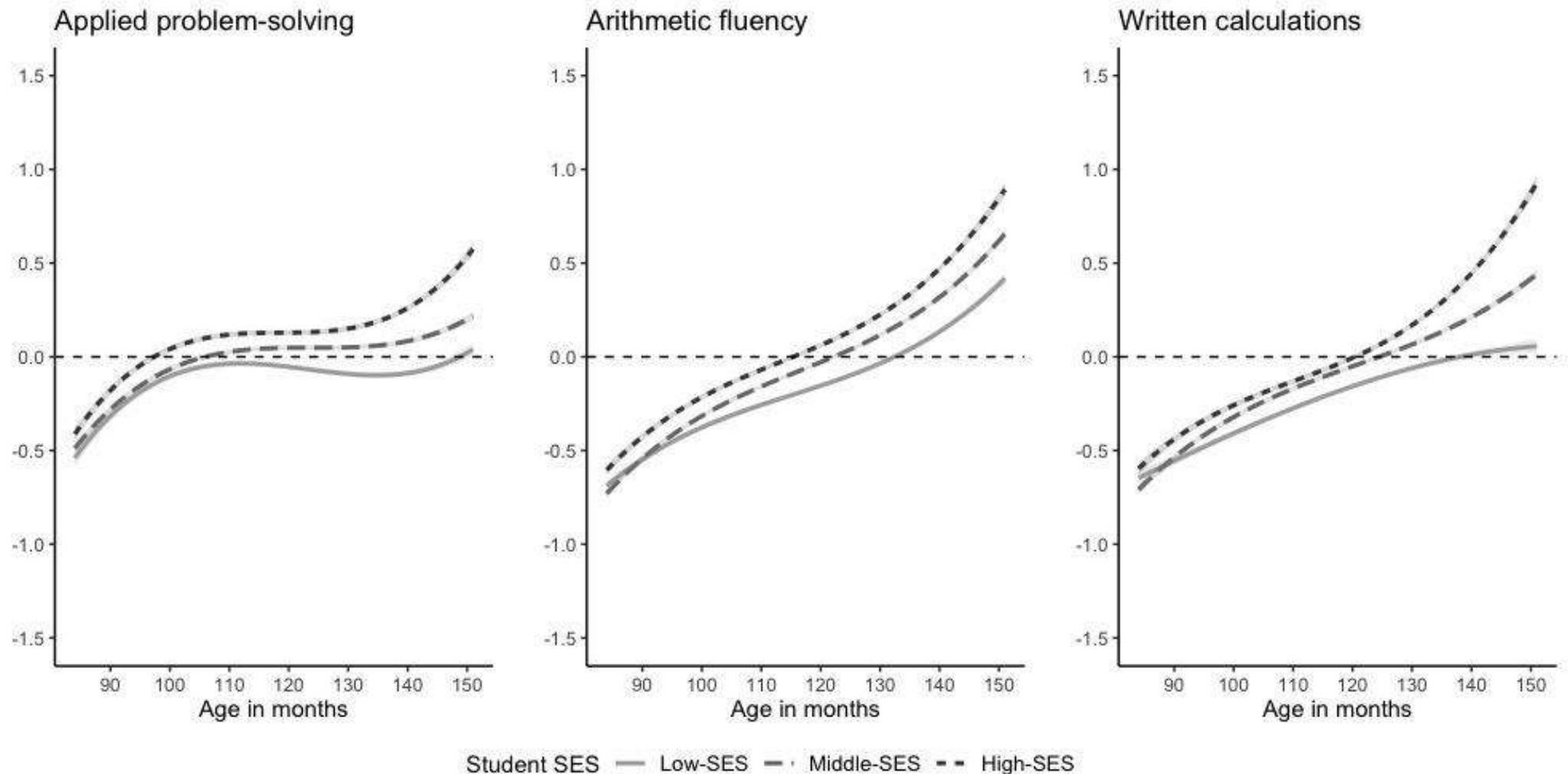
Predictors	Applied problem-solving				Arithmetic fluency				Written calculations			
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(6)	
	β SE	<i>p</i> -value	β SE	<i>p</i> -value	β SE	<i>p</i> -value	β SE	<i>p</i> -value	β SE	<i>p</i> -value	β SE	<i>p</i> -value
SES (ref.: low-SES)												
Middle-SES	.23	<.001	.11	<.001	.17	<.001	.09	<.001	.18	<.001	.12	<.001
	.02		.02		.02		.02		.02		.02	
High-SES	.41	<.001	.21	<.001	.37	<.001	.27	<.001	.47	<.001	.36	<.001
	.03		.03		.03		.03		.03		.03	
Intercept	-.23	<.001	.01	.884	-.18	<.001	-.01	.863	-.20	<.001	-.10	.017
	.04		.04		.04		.04		.04		.04	
Control variables												
Student level		No		Yes		No		Yes		No		Yes
Caregiver level		No		Yes		No		Yes		No		Yes

Note. N=787. Imputed missing data was used to estimate the models. The coefficients presented in the table are expressed in terms of standard deviations. Statistical significance at the $p < .05$ level is denoted in bold font. Robust standard errors were employed for estimation. Control variables are: Gender, Indigenous condition, language skills (TADI), executive function (Hearts & Flowers), caregiver' working memory and vocabulary (WAIS-III), and home environment (HOME). The results for the control variables are in Table A7 in the Appendix.

El efecto de un ambiente enriquecido en el hogar es mayor para los estudiantes de bajo NSE, en especial en Problemas Aplicados



Las brechas de NSE son mayores en los cursos mayores, EN ESPECIAL para Cálculo y Problemas Aplicados



El efecto de la escuela es mayor para Cálculo

Intraclass Correlations for Schools in Each Mathematical Skill

Mathematical skills	Null model	SES * Age	Covariables
Applied problem-solving	.22	.23	.20
Arithmetic fluency	.21	.22	.19
Written calculations	.23	.25	.21

Note. N students=5,278. N schools=652. Imputed missing data was used to estimate the multilevel models. Restricted maximum likelihood estimation was used. Control variables are: Gender, Indigenous condition, language skills (TADI), executive function (Hearts & Flowers), caregiver' working memory and vocabulary (WAIS-III]), home environment (HOME), type of school, school SES, and the average mathematical achievement at the school level.

Discusión

- Los principales desafíos para los estudiantes están en las tareas formales como el cálculo.
- La tarea de **Problemas Aplicados** es más difícil para estudiantes de nivel socioeconómico bajo, posiblemente por su alta carga de lenguaje, otra habilidad que tiene fuertes asociaciones con el NSE.
- Un ambiente del hogar enriquecido actúa como un atenuante de la brecha de NSE.

Discusión

- **Hay una relación NO lineal** entre NSE, edad, y cada tarea matemática.
- **La prueba de Cálculo** es la más desafiante para los estudiantes de bajo NSE a medida que van avanzando en su trayectoria educativa.
- **Las Escuelas juegan un rol significativo** en explicar los aumentos de las brechas, en especial en cálculo.
- En esta habilidad, que requiere de enseñanza directa, las escuelas de esta muestra no lograron paliar las diferencias con las que ingresan los estudiantes, y pueden haber contribuido a exacerbarlas.

MEMAT²_{1 3}

Núcleo Milenio para el Estudio del Desarrollo
de las Habilidades Matemáticas Tempranas

El rol de Factores Socioemocionales en el desarrollo de habilidades matemáticas en Educación Inicial

Ana María Espinoza y M. Francisca del Río
Investigadoras MEMAT



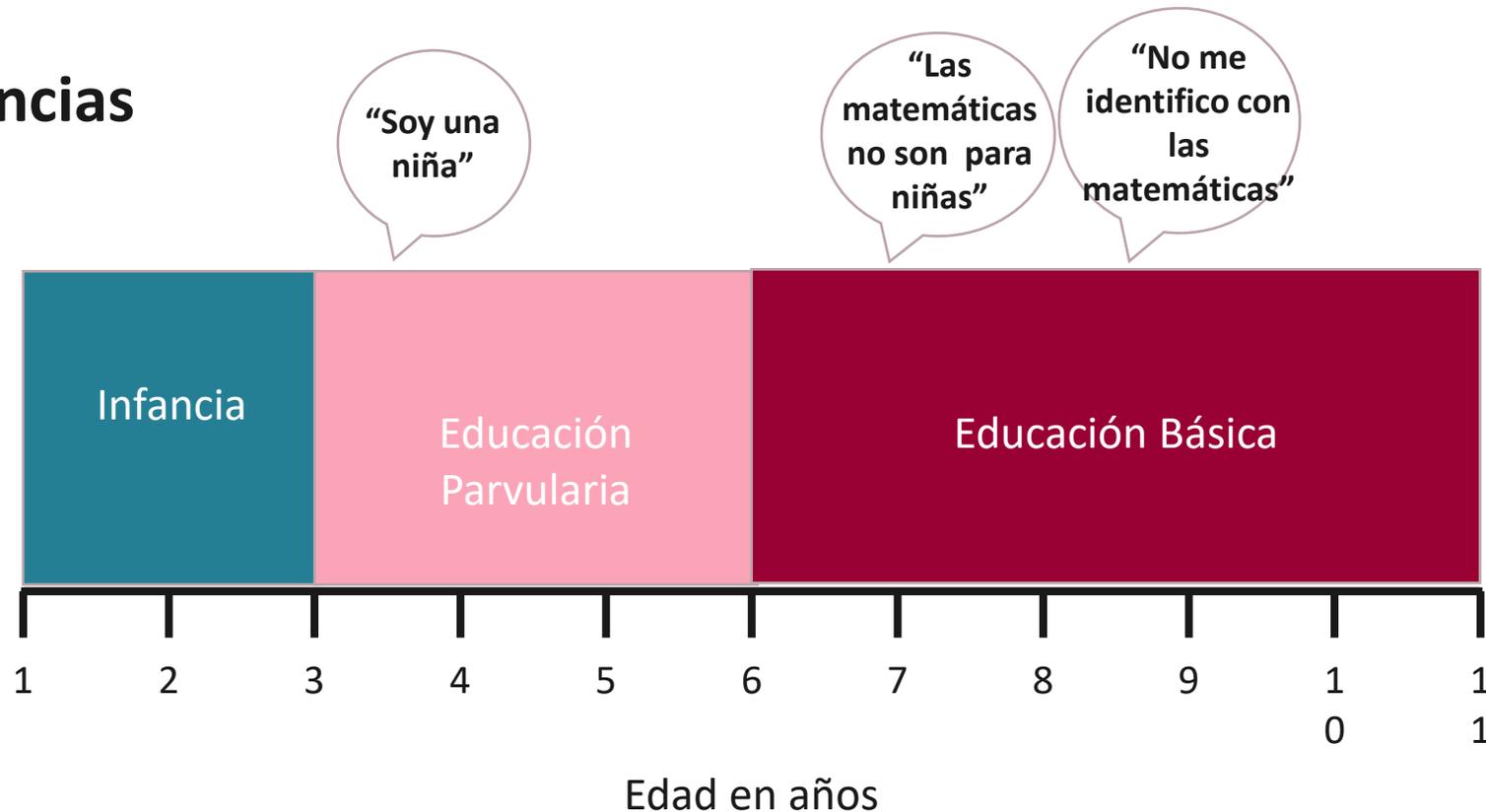
Estereotipos de Género

¿Qué son?

- Conjunto de creencias sociales relativamente compartidas sobre las características y roles asignados a hombres y mujeres en función de su sexo.
- Son creencias prescriptivas que reflejan cómo deberían ser hombres y mujeres, y que definen lo que se cree que es típicamente femenino y masculino.
- Surgen temprano en el desarrollo: investigaciones muestran que niñas y niños comienzan a adquirirlos cerca de los 3 años de edad.
- Se han observado **estereotipos de género asociados a las matemáticas** tanto en estudiantes como en docentes:
 - Se atribuye a las niñas menor habilidad, talento e interés en matemáticas que a los niños.

¿Cómo podrían operar los estereotipos?

Surgen las creencias



Autoconcepto Matemático

¿Qué es?

- Puede ser entendido como el grado de asociación que una persona establece entre sí misma y las matemáticas.
- Se ve influido por los estereotipos de género asociados a las matemáticas.
- Influye en el rendimiento académico, **de manera negativa, especialmente en las niñas.**
- **En estudios en Chile se ha asociado al rendimiento matemático.**

- **Algunos ejemplos de autoconcepto académico:**
 - “Las matemáticas son entretenidas”.
 - “Me gusta estudiar matemáticas”.
 - “Me cuesta entender las matemáticas”.
 - “Me gusta enseñar matemáticas”.

Estudios en Chile

Relación de creencias con el aprendizaje matemático

Estudios recientes realizados por nuestro equipo:

- Estudiantes de kínder a 3º básico, padres, madres (N=267) y docentes de escuelas municipales y privadas de Santiago.
- **Pregunta:** ¿Qué variables no académicas se relacionan con el **rendimiento matemático** de las/os niñas/os?



Estudios en Chile

Resultados generales :

- Estereotipos que asocian las matemáticas a lo masculino aparecen en niños y niñas de kínder en adelante.
- Estos estereotipos también los tienen padres, madres y educadoras y docentes de kínder a 3º básico.
- Los padres presentan un mayor autoconcepto matemático que las madres.
- Las madres se identifican más con lenguaje que con matemáticas.
- Las madres presentan una **mayor ansiedad matemática** que los padres
- El rendimiento matemático es igual entre niños y niñas de kínder a 2º básico.
- En 3º básico ya se aprecia una diferencia a favor de los varones.

La ansiedad matemática (AM) de niñas y niños

- La AM es una emoción negativa que se desencadena al enfrentar tareas asociadas a los números: **produce evitación.**
- La **AM disminuye** la probabilidad de que una **persona se exponga** a la matemática (ej. tomando menos cursos del área en la escuela); **la autoconfianza** en las propias habilidades para entender la matemática; y **el disfrute** de aprenderla.

- Variadas investigaciones identifican como el principal efecto de la AM la **interferencia en el aprendizaje** y desempeño matemático.
- Problema que se ha identificado tanto en adultos/as, como en jóvenes, y también en niños/a de primaria.
- **No existen estudios en edad parvularia.**

Ansiedad Matemática temprana

- El desarrollo temprano de la AM resultaría en un **mayor período de evitación de la matemática.**
- Esto aumentaría las probabilidades de un desarrollo pobre de las competencias matemáticas.
- También la evitación de trayectorias académicas que la incluyeran.

- La AM es **más frecuente entre las mujeres.**
- Importante conocerla desde temprano para evitar brechas en el rendimiento.
- **Estamos trabajando en eso.**

Ansiedad Matemática temprana

Investigación en curso desde 2022

- Llevamos a cabo un estudio piloto para probar la escala de AM en kínder.
- Objetivo: Adaptar una escala de AM para niñas y niños de kínder en contexto chileno.
- Traducción y adaptación cultural.
- Analizar su relación con autoconcepto y rendimiento matemático.



Desarrollo de una escala de AM para niñas y niños de kínder en Chile

- Aplicamos una escala de AM a 126 niñas y niños de kínder de escuelas municipales.
- Los promedios de AM no fueron altos ($M= 7.07$; $SD= 4.62$; $Min-Max= 0-20$), y no hubo diferencias entre niñas y niños.
- La AM se relacionó de manera negativa y significativa a los resultados de matemática de las/os niñas/os.
- Fue un factor significativo para explicar el rendimiento en matemáticas.

Ansiedad Matemática (AM) en docentes

¿Que sabemos del contexto chileno?

- Un estudio con 208 docentes en formación en Chile mostró que **su nivel de ansiedad matemática sesgaba sus expectativas** de aprendizaje hacia sus estudiantes, y que estas expectativas eran menores si sus estudiantes eran niñas.
- Con uno de nuestros equipos, evaluamos la ansiedad matemática de 783 estudiantes recién ingresadas/os a carreras de pedagogía, y encontramos que:
 - **Las mujeres presentan mayores niveles de AM que los hombres** y un **peor autoconcepto** matemático.



Muchas gracias

