

# Lenguaje témporo-espacial y habilidades matemáticas

Creación de una escala de evaluación de conceptos témporo-espaciales y análisis de la asociación con habilidades matemáticas tempranas

Dahiana Fitipalde

Programa de Posgrado en Psicología Educacional

Facultad de Ciencias de la Salud

Universidad Católica del Uruguay

Montevideo – Uruguay

Octubre de 2021

# Lenguaje témporo-espacial y habilidades matemáticas

Creación de una escala de evaluación de conceptos témporo-espaciales y análisis de la asociación con habilidades matemáticas tempranas

Dahiana Fitipalde

Tesis de Maestría presentada al Programa de Posgrado en Psicología Educacional, Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica del Uruguay, como parte de los requisitos necesarios para la obtención del título de Magíster en Psicología Educacional.

Director:

Ph.D Juan Valle-Lisboa

Codirector:

Ph.D Alejandro Maiche

Montevideo – Uruguay

Octubre de 2021

Fitipalde, Dahiana

Lenguaje témporo-espacial y habilidades matemáticas /  
Dahiana Fitipalde. - Montevideo: Universidad Católica del  
Uruguay, Facultad de Ciencias de la Salud, 2021.

XIV, 88 p.: il.; 29,7cm.

Director:

Juan Valle-Lisboa

Codirector:

Alejandro Maiche

Tesis de Maestría – Universidad Católica del Uruguay,  
Programa en Psicología Educacional, 2021.

Referencias bibliográficas: p. 44 – 51.

1. habilidades matemáticas, 2. lenguaje matemático,  
3. conceptos témporo-espaciales, 4. educación inicial.  
I. Valle-Lisboa, Juan, *et al.* II. Universidad Católica  
del Uruguay, Programa de Posgrado en Psicología  
Educacional. III. Título.

INTEGRANTES DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS

---

Ph.D. Prof. Ariel Cuadro

---

Ph.D Prof. María Inés Susperreguy

Montevideo – Uruguay

Octubre de 2021



A Jachu y a mamá.

# Agradecimientos

Quisiera agradecer a los profesores del programa de Maestría en Psicología Educativa. A Daniel Trías, Ignacio Navarrete y Álvaro Pacheco por el apoyo en los primeros pasos de esta formación. A Alejandra Balbi por su atenta revisión al proyecto de tesis.

A mis orientadores de tesis. Gracias Juan Valle-Lisboa, por la confianza en este trabajo, sin tu constante acompañamiento esta tesis no hubiese sido posible. Gracias Alejandro Maiche por haber confiado en mi y por motivarme a estudiar en este campo. Muchas gracias a los dos por su gran dedicación y por cada encuentro semanal durante estos años.

Al equipo CICEA que me acompañó durante este camino de aprendizaje. Especialmente a Dinorah, Anaclara, Andrés, Víctor y Nadir. Gracias Dino por compartir la experiencia, por el apoyo en la toma de datos y más, mucho más. Gracias Anaclara por tu paciente y generosa guía, por apoyarme cuando decidí cambiar de spss a r, por enseñarme a correr el script con Ctr+enter y tantas otras cosas ¡Muchas gracias!

A Silvana por las tardes de estudio compartidas y por el disfrute de las discusiones sobre educación.

A Karen Moreira por orientar pacientemente mis primeros pasos a la investigación en educación.

Gracias a los que hicieron posible la ECTE en sus dos versiones, a Denisse Torena, Bruno Carballido, Inés Laca y Lucía Pereira.

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación por financiar esta propuesta.

Muchas gracias a los maestros, niños y familias que participaron en este estudio.

A mi familia por la paciencia y el amor.

Especialmente a Dani por su guía constante y a Francisco Gastaldi por su generosa ayuda para que mi incorporación a este programa de maestría fuera posible.

## RESUMEN

Las habilidades matemáticas y lingüísticas en preescolares inciden sobre el rendimiento académico posterior. Asimismo, evidencia previa muestra la asociación positiva entre estas habilidades. Específicamente el lenguaje matemático que incluye términos cuantitativos y espaciales se ha encontrado asociado a las habilidades matemáticas tempranas. Sin embargo, hasta el momento son escasos los estudios que investiguen esta relación de forma específica. Esta investigación tuvo por objetivo el estudio de la asociación entre los desempeños en lenguaje temporo-espacial y las habilidades matemáticas en niños preescolares. Para esto, se trabajó en la creación de una herramienta para evaluar la comprensión de conceptos temporo-espaciales. En una segunda fase se realizaron modelos de regresión lineal múltiple a partir de la evaluación de 84 niños y niñas preescolares de 4 a 6 años con una batería que incluyó medidas de habilidades matemáticas como variable dependiente y habilidades lingüísticas, comprensión de conceptos temporo-espaciales e inteligencia fluida como predictores. Los resultados del estudio indican que el lenguaje temporo-espacial resulta un predictor significativo incluso cuando se controla por habilidades lingüísticas generales, edad en meses e inteligencia no verbal. Adicionalmente, el lenguaje temporo-espacial resulta un mejor predictor de las habilidades matemáticas que el vocabulario general.

Este documento de tesis es una versión ampliatoria del artículo *Evidencia de la asociación entre conceptos temporo-espaciales y habilidades matemáticas en niños preescolares*. enviado a una revista internacional aún en evaluación.

Palabras claves:

habilidades matemáticas, lenguaje matemático, conceptos temporo-espaciales, educación inicial.

## ABSTRACT

Mathematical and linguistic skills in preschoolers affect later academic performance. Previous evidence indicates positive associations between these skills. Specifically, mathematical language, which includes quantitative and spatial terms, is a significant predictor of early mathematical skills. However, so far there are few studies that focus on investigating this relationship. The aim of this research was to study the association between temporospatial language performance and mathematical skills in preschool children. To do this, we created an test to assess children's understanding of temporal and spatial concepts. Next, we performed multiple linear regression models with the evaluation of 84 preschool children from 4 to 6 years of age and a battery that included measures of mathematical skills as the dependent variable and language skills, comprehension of temporal and spatial concepts and fluid intelligence as predictors. The results of the study indicate that temporal and spatial language is a significant predictor even when controlling for general language skills, age in months, and fluid intelligence. Additionally, temporospatial language is a better predictor of mathematical skills than general vocabulary.

Keywords:

mathematics, mathematical language, spatial and temporal concepts, early childhood education.

# Lista de figuras

3.1	<i>Proceso de diseño de secuencia de imágenes. A. Boceto de la secuencia de juego. B. Primera propuesta de la secuencia. C. Secuencia final . . .</i>	21
4.1	<i>Media de las puntuaciones directas de cada concepto . . . . .</i>	27
4.2	<i>Análisis paralelo . . . . .</i>	30
4.3	<i>Contribución de cada ítem de la escala ECTE a una estructura de 3 factores . . . . .</i>	32
4.4	<i>Relación entre conceptos témporo-espaciales y (A) habilidades matemáticas; (B) habilidades lingüísticas; (C) edad en meses al momento de la evaluación y (D) inteligencia no verbal. . . . .</i>	35
4.5	<i>Relación entre habilidades matemáticas y conceptos témporo-espaciales para cada grupo de edad . . . . .</i>	37
A.1	<i>(A) Normalidad de los residuos; (B) QQplot para el modelo 1 (C) Homocedasticidad (D) Multicolinealidad . . . . .</i>	54
A.2	<i>(A) Normalidad de los residuos; (B) QQplot para el modelo 2 (C) Homocedasticidad (D) Multicolinealidad . . . . .</i>	56
A.3	<i>(A) Normalidad de los residuos; (B) QQplot para el modelo 3 (C) Homocedasticidad (D) Multicolinealidad . . . . .</i>	57
2.1	<i>Pantalla de inicio . . . . .</i>	85
2.2	<i>Ejemplo de tarea de orden de secuencia . . . . .</i>	86

2.3 *Ejemplo de pantalla con selección de una de las imágenes para repon-*  
*der a tareas de primero, último, antes, después . . . . .* 86

# Lista de tablas

3.1	Búsqueda en base de datos . . . . .	18
4.1	<i>Distribución de la muestra por sexo, edad y nivel socio-económico del centro educativo.</i> . . . . .	26
4.2	<i>Índices de dificultad y discriminación para cada ítem de la Evaluación de Conceptos Temporales y Espaciales (ECTE)</i> . . . . .	28
4.3	<i>Varianza por factor para 5 factores y porcentaje acumulado de la varianza explicada</i> . . . . .	30
4.4	<i>Varianza por factor para 3 factores y porcentaje acumulado de la varianza explicada</i> . . . . .	31
4.5	<i>Estadísticos descriptivos de las puntuaciones directas de cada tarea</i> .	33
4.6	<i>Correlaciones de Pearson entre las medidas de habilidades matemáticas, conceptos temporales y espaciales, habilidades lingüísticas, inteligencia no verbal y edad de los participantes.</i> . . . . .	34
4.7	<i>Coefficientes estandarizados del Modelo de regresión lineal múltiple 1</i> .	35
4.8	<i>Coefficientes estandarizados del Modelo de regresión lineal múltiple 2.</i>	36
4.9	<i>Coefficientes estandarizados del Modelo de regresión lineal múltiple 3</i> .	36
A.1	<i>Factor de Inflación de la Varianza (VIF) de cada predictor</i> . . . . .	53
A.2	<i>Factor de Inflación de la Varianza (VIF) de cada predictor</i> . . . . .	55
A.3	<i>Factor de Inflación de la Varianza (VIF) de cada predictor</i> . . . . .	56



# Tabla de contenidos

Lista de figuras	X
Lista de tablas	XII
<b>1</b> Introducción	<b>1</b>
<b>2</b> Fundamentos teóricos	<b>3</b>
2.1 Habilidades matemáticas . . . . .	3
2.2 Lenguaje matemático . . . . .	8
2.3 Asociación entre habilidades matemáticas y lenguaje matemático . . .	9
2.4 Evaluación del lenguaje matemático . . . . .	12
2.5 Estudio actual . . . . .	15
2.5.1 Preguntas de investigación . . . . .	15
2.5.2 Objetivos . . . . .	16
<b>3</b> Metodología	<b>17</b>
3.1 Creación y análisis de validez de una escala de conceptos temporales y espaciales . . . . .	17
3.2 Estudio ex post facto . . . . .	22
3.2.1 Participantes . . . . .	22
3.2.2 Consideraciones éticas . . . . .	22
3.2.3 Medidas . . . . .	23
3.2.4 Procedimiento . . . . .	25

3.2.5	Análisis de datos . . . . .	25
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>26</b>
4.1	Estadísticos descriptivos de la muestra . . . . .	26
4.2	Análisis preliminar de las propiedades psicométricas de la evaluación de conceptos témporo-espaciales . . . . .	27
4.2.1	Fiabilidad . . . . .	29
4.2.2	Validez . . . . .	29
4.3	Estudio ex post facto . . . . .	33
4.3.1	Estadísticos descriptivos . . . . .	33
4.3.2	Asociaciones entre las variables del estudio . . . . .	33
4.3.3	Análisis de regresión lineal múltiple . . . . .	34
<b>5</b>	<b>Discusión</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>43</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>44</b>
	<b>Apéndices</b>	<b>52</b>
	Apéndice A Supuestos de los modelos de regresión lineal múltiple . . . . .	53
	A.1 Modelo 1 . . . . .	53
	A.2 Modelo 2 . . . . .	55
	A.3 Modelo 3 . . . . .	56
	<b>Anexos</b>	<b>58</b>
	Anexo 1 ECTE. . . . .	59
	Anexo 2 ECTE: Aplicación para sistemas operativos Android . . . . .	85
	Anexo 3 Aval del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad de la República . . . . .	87

# Capítulo 1

## Introducción

El desarrollo de las competencias lingüísticas y matemáticas es de gran interés para la psicología educacional (Purpura, Litkowski et al., [2019a](#); Rose & Betts, [2004](#)). Las habilidades tempranas en estos dominios son fundamentales para el éxito del desempeño académico y profesional posterior (Jordan et al., [2009](#); La-Paro & Pianta, [2000](#); Purpura, [2019](#)). Aún así, muchos niños y adolescentes no logran alcanzar los conocimientos básicos necesarios para la inserción en los diferentes ámbitos sociales (PISA, 2018). En Uruguay, los desempeños de las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA por sus siglas en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2018) se ubicaron por debajo del promedio de los países participantes (PISA, 2018). Los desempeños para matemática y lenguaje en educación primaria son bajos sin embargo, en matemática son visiblemente más descendidos (INEEd, [2019](#)).

Las relaciones entre la cognición matemática y el conocimiento del lenguaje han sido objeto de numerosas discusiones en la literatura de las ciencias cognitivas (Amalric & Dehaene, [2016](#); Hauser et al., [2002](#); Hermer & Spelke, [1996](#); Núñez & Lakoff, [2005](#); Piaget & Szeminska, [1967](#)). En particular, el estudio de la adquisición del concepto de número es central en estas discusiones (Gelman & Gallistel, [2004](#); Gordon, [2004](#)). El conocimiento de las palabras que denotan los números im-

plica no solo asociar esas palabras a símbolos que representan a los números, sino que estos símbolos deben ser pasibles de ser procesados siguiendo una serie de principios subyacentes. Estos principios pueden ser innatos (Gelman & Gallistel, 1986) o emergentes a partir del conocimiento de varios sistemas con información numérica (Carey & Barner, 2019; Spelke, 2017; Wynn, 1992).

Esta tesis aborda la relación entre el lenguaje y las habilidades matemáticas en niños de educación inicial. Específicamente, busca explorar las relaciones entre el lenguaje témporo-espacial y las habilidades matemáticas. La hipótesis que guía el estudio es que las habilidades matemáticas y el lenguaje témporo-espacial se basan en la misma maquinaria cognitiva y que los niños con un mejor desempeño en la evaluación de conceptos témporo-espaciales tendrán un mejor desempeño en las pruebas que evalúan sus habilidades matemáticas. En particular aquellas vinculadas al concepto de número y a las operaciones aritméticas elementales. Este estudio busca aportar evidencia para la comprensión de esta asociación y contribuir al conocimiento de los procesos de aprendizaje del lenguaje témporo-espacial y las habilidades matemáticas. Los resultados serán un insumo para la implementación de nuevas estrategias para la enseñanza de conceptos témporo-espaciales y un punto de partida para la identificación temprana de niños que podrían estar en riesgo de presentar dificultades en matemáticas.

# Capítulo 2

## Fundamentos teóricos

### 2.1. Habilidades matemáticas

Desde la teoría clásica Piagetiana, las habilidades matemáticas tempranas son producto de transformaciones de esquemas sensoriomotores que ocurren a partir del aprendizaje. Desde esta perspectiva constructivista, el concepto de número resulta de las interacciones con el ambiente, por medio de la observación, la internalización y la abstracción, al igual que el resto de las representaciones abstractas. Asimismo, la construcción del concepto de número se relaciona con la comprensión de la conservación del número, ubicada próxima a los 4 o 5 años a partir de la noción de equivalencia término a término. Fundamentalmente se vincula a la constitución de la noción de composición aditiva de clases y números que refiere, en términos generales, a la consideración de las partes y el todo de manera simultánea y se alcanza a los 7 u 8 años de edad (Piaget & Szeminska, 1967).

Una teoría más reciente del desarrollo de las habilidades matemáticas tempranas apunta a que la representación del número comienza con la capacidad innata de estimación de magnitudes (Gelman & Gallistel, 1986). Esta capacidad, que posteriormente fue denominada Sistema Numérico Aproximado (ANS por sus siglas en inglés) se encuentra presente desde los primeros días de vida (de Hevia et al., 2014)

y es compartida con animales no humanos (Libertus et al., 2011; Meck & Church, 1983; Park & Brannon, 2013). El ANS permite la representación no simbólica de cantidades y posibilita la comparación de magnitudes no simbólicas, lo que autores sugieren es la base del conocimiento matemático posterior (de Hevia et al., 2014).

Dehaene (1992) a partir del *Modelo del Triple Código* propone que en la adquisición del concepto de número intervienen, además del sistema de representaciones no simbólicas, otros dos sistemas: un sistema visual arábigo que permite la representación de los números como cadena de dígitos (por ejemplo: 33) y un sistema auditivo/verbal que permite la representación de los números como cadena de palabras (por ejemplo: treinta y tres). La inclusión de estos dos sistemas de representación sugieren implicaciones del lenguaje en el aprendizaje del concepto de número.

Por otro lado, Spelke (2017) plantea que si bien la formación del concepto de número depende de sistemas cognitivos innatos, es exclusiva de los seres humanos y es aprendida. Asimismo, sugiere que el “descubrimiento” de los números naturales se da a partir del aprendizaje del lenguaje natural. Los aspectos del lenguaje involucrados son específicamente las palabras que denotan los números y estas palabras favorecen la comprensión cuantitativa (Spelke, 2017).

Las palabras que indican cantidades numéricas forman parte del vocabulario básico de lenguas como el inglés, sin embargo, en diferentes culturas, existen diversos sistemas de recuento, algunos muy poco elaborados. Se han explorado las competencias numéricas en culturas que presentan un limitado sistema de recuento (uno, dos y muchos) evaluadas a partir de experimentos de razonamiento numérico no verbal. Estos experimentos buscaron conocer el papel del lenguaje en el origen de los conceptos numéricos (Gelman & Gallistel, 2004; Gordon, 2004). Los resultados muestran que la falta de palabras numéricas limita la capacidad para enumerar cantidades exactas superiores a dos o tres elementos (Gordon, 2004). Sin embargo, los sujetos logran realizar tareas que implican construir y comparar conjuntos a partir de una representación no verbal e imprecisa del número (Gelman & Gallistel,

2004). Estos resultados van en línea con la evidencia que respalda que la capacidad de representación del número es independiente del lenguaje y que el aprendizaje del lenguaje facilita el reconocimiento de la igualdad numérica exacta (Gelman & Gallistel, 2004).

En las descripciones de cómo se originan los conceptos numéricos aparece el vínculo con el lenguaje a diferentes niveles, en particular como sustento de la capacidad de generar recursivamente conceptos numéricos más allá de la experiencia (Carey & Barner, 2019). Esta propuesta sobre el origen de los conceptos numéricos presenta dos fases en las que la representación de magnitudes numéricas aproximadas no se encuentran implicadas. En una primera fase, los niños adquieren los significados de las palabras de números exactos pequeños como “uno”, “dos” y “tres”, a partir de la asociación de las palabras con conjuntos pequeños. Antes de aprender a contar, los niños adquieren representaciones de conjuntos que incluyen cuantificadores como “algunos” o “todos”. Luego, en una segunda fase, descubren la lógica del conteo a partir de la repetición de algoritmos utilizados para modelar la representación de conjuntos (Carey & Barner, 2019). Saber el significado de los números implica poder utilizar el algoritmo de conteo de manera ilimitada para establecer la cardinalidad de un conjunto, pero además sustentar operaciones como la suma y el establecimiento de relaciones de orden (Carey & Barner, 2019).

Los niños son capaces de reconocer desde momentos muy tempranos en el desarrollo 1, 2 o 3 objetos y de distinguir aproximadamente la cardinalidad de conjuntos (Le Corre & Carey, 2007). En el transcurso de unos pocos años, hacia los 2,5 o 3 años, desarrollan las nociones de cardinalidad para números pequeños y luego para números mayores a cuatro (Berch, et al., 2015). En cuanto a las nociones de orden, existe evidencia de que niños de 2 años son capaces de representar relaciones ordinales entre numerosidad (Brannon & Van de Walle, 2001). Estas habilidades, que forman parte de los conocimientos numéricos informales tempranos, se encuentran asociadas con la numeración (por ejemplo la correspondencia uno a uno, conocimien-

to de la cardinalidad) y las relaciones que incluyen la comparación de cantidades y la ordenación de los números (Purpura et al., 2021).

Si bien es posible que el sustento último de esas habilidades dependa de una manera única de representar los números, muchas de esas capacidades son separables. Por ejemplo, la determinación de la capacidad para estimar rápidamente la cardinalidad de conjuntos se ha encontrado poco correlacionada con la capacidad para evaluar relaciones de orden, observándose además que estas relaciones de orden contribuyen al desempeño matemático de manera independiente a la evaluación de cardinalidad (Goffin & Ansari, 2016). Es posible que cada una de estas habilidades se relacione de manera independiente con diversos aspectos del lenguaje. Las relaciones de orden y el procesamiento de orden numérico han sido particularmente estudiadas en los últimos años. Existe evidencia que apunta a una asociación entre los desempeños en matemáticas y tareas de orden numérico (Goffin & Ansari, 2016; Lyons & Ansari, 2015; Lyons & Beilock, 2011). La evidencia sobre las características de la asociación entre las tareas de orden numérico y los desempeños matemáticos aún es limitada y debatida.

Los resultados de un estudio que evaluó rendimiento aritmético y procesamiento simbólico en niños de seis grados académicos, sugieren que las tareas de procesamiento simbólico predicen significativamente la capacidad aritmética mental (Lyons et al., 2014). El tipo de procesamiento simbólico que resulta un mejor predictor de las capacidades aritméticas cambia con la edad, la comparación de cantidades simbólicas resulta un mejor predictor en los niños de primer y segundo grado. Sin embargo, la evaluación de orden de las cantidades simbólicas fue un mejor predictor de la capacidad aritmética en los niños de tercer a sexto grado aumentando con la edad (Lyons et al., 2014).

Un estudio reciente sobre la asociación entre la tarea de orden numérico y los desempeños aritméticos de niños de entre 6 y 8 años, apunta a que la asociación entre la tarea de orden numérico y el desempeño matemático se explica por el conocimiento



de la secuencia de conteo (Gilmore & Batchelor, 2021). Asimismo, se encontró que un subconjunto de los niños que formaron parte del estudio interpretaron como “orden” únicamente a los ensayos ascendentes y consecutivos, este concepto más restrictivo del orden se correlacionó con desempeños aritméticos más bajos (Gilmore & Batchelor, 2021). Estos resultados sugieren una asociación entre la comprensión del significado de *orden* y el aprendizaje matemático.

Por otra parte, diversos estudios han encontrado asociaciones entre las habilidades matemáticas y el lenguaje durante los primeros años de escolarización. Por ejemplo, un estudio buscó conocer si las habilidades de alfabetización temprana en preescolares (vocabulario, conciencia fonológica y conocimiento de la letra impresa) predicen de manera única el desarrollo de habilidades aritméticas posteriores. Para ello, los autores realizaron un estudio longitudinal en el cual evaluaron el nivel de alfabetización en 69 niños preescolares ( $M = 4.41$ ,  $SD = 0.64$ ) y un año después se les dio seguimiento evaluando habilidades matemáticas informales (que no requieren uso de números arábigos) y formales. Si bien no encontraron relación entre las habilidades matemáticas formales y la alfabetización, sus resultados mostraron una asociación específica entre el vocabulario y el conocimiento de la letra impresa y el rendimiento posterior en habilidades matemáticas informales (Purpura et al., 2011).

Con el fin de profundizar en estos resultados, Purpura & Napoli (2015) realizaron un estudio que evaluó estas habilidades de vocabulario y el conocimiento de la letra impresa y su relación con el rendimiento matemático en 180 niños preescolares. Los resultados corroboran hallazgos previos sobre la relación entre el conocimiento numérico y el lenguaje; dicha relación se encuentra mediada por las habilidades numéricas informales. Además, la evidencia de este estudio sugiere que los vínculos entre lenguaje y matemática son más fuertes en los primeros años de vida (Purpura & Napoli, 2015).

## 2.2. Lenguaje matemático

El lenguaje matemático refiere a términos y conceptos utilizados con mayor frecuencia para favorecer la comprensión de las matemáticas tempranas. Se han distinguido dos aspectos centrales del lenguaje matemático para el aprendizaje de las matemáticas: el lenguaje cuantitativo y lenguaje espacial (Purpura, Napoli & King, 2019). El lenguaje cuantitativo incluye términos como *menor*, *mayor*, *más*, *menos*, *poco*, que favorecen la comparación de cantidades entre números u objetos y permite a los niños la descripción de estas comparaciones. Por su parte, el lenguaje espacial, en el que nos centraremos en este estudio, permite describir las relaciones entre los objetos o números en una recta numérica e incluye términos como *antes*, *después*, *primero* y *último* (Purpura, Napoli & King, 2019). Esta distinción entre los términos cuantitativos y los términos espaciales, tendría su correlato en la distinción entre cardinalidad y propiedades de orden. Mientras que saber que un conjunto es el *mayor* o *menor* refiere a la cardinalidad, la ordinalidad se basa en la capacidad de secuenciación de símbolos numéricos que implican conocer por ejemplo que un número dado viene *después que* otro (Lyons & Beilock, 2013). Esto último apunta a una asociación en las representaciones del número en el espacio.

La mayoría de los términos témporo-espaciales aparecen tempranamente en el habla de los niños y entre los 36 y 52 meses aproximadamente comienzan a utilizar palabras como *antes* y *después* (Zhang & Hudson, 2018). Existe evidencia que respalda que estos conceptos (antes y después) no son consistentemente bien utilizados hasta aproximadamente los 7 años de edad (Blything et al., 2015). Por ejemplo, en un estudio que incluyó niños de entre 3 y 7 años, reportaron que los niños más pequeños utilizan la información del orden de presentación de las secuencias de eventos como estrategia para la comprensión de los conectores antes y después (Blything et al., 2015). Asimismo, se encontró que los niños eran más precisos en la comprensión de dichos conectores cuando el orden de presentación de la secuencia de eventos

coincidía con el orden cronológico de los eventos (Blything et al., 2015).

Los antecedentes previamente mencionados sugieren que el proceso de adquisición del concepto de número y el desarrollo del lenguaje matemático siguen trayectorias de desarrollo similares. Dado este vínculo entre el lenguaje cuantitativo y témporo-espacial con las habilidades matemáticas surge la hipótesis de que ambos desarrollos se encuentran asociados. En adelante se exploran los posibles vínculos.

### **2.3. Asociación entre habilidades matemáticas y lenguaje matemático**

En los últimos años la investigación que busca conocer aspectos de la relación entre ambos dominios ha ido en aumento. Estudios enfocados en el impacto de intervenciones basadas en lenguaje para mejorar el sentido numérico no han encontrado mejoras en las habilidades matemáticas luego de la intervención. Por ejemplo, Jordan et al., (2012) implementaron una intervención de 8 semanas de duración para favorecer el sentido numérico en niños de preescolar con riesgo de déficit matemático con tres condiciones: un grupo de intervención sobre sentido numérico con actividades centradas en el reconocimiento y secuenciación de números, subitización verbal y conteo de dedos entre otras actividades; un grupo de intervención del lenguaje, centrado en la enseñanza de palabras de vocabulario general y cuantitativo y un grupo control (sin intervención). Luego de la intervención no encontraron mejoras significativas en el sentido numérico de los niños que participaron del grupo de intervención del lenguaje. El grupo de intervención del lenguaje no se diferenció del grupo control en las evaluaciones de habilidades matemáticas posteriores a la intervención (Jordan et al., 2012). Estos resultados apuntan a que no es suficiente la intervención en aspectos generales del lenguaje y algunos términos cuantitativos para la mejora del sentido numérico.

En esta línea, una intervención centrada en el aumento de la frecuencia de uso

de lenguaje cuantitativo a partir de la lectura de cuentos (utilizando términos como “igual”, “más” y “menos”), en la que participaron niños preescolares con bajos rendimientos en habilidades numéricas tempranas (N= 124), asignados aleatoriamente a un grupo de intervención de competencia numérica a partir de libros de cuentos, un grupo control activo con intervención del sentido numérico y un grupo control pasivo (Hassinger-Das et al., 2015), encontró efectos positivos y significativos de la intervención a partir de libros de cuentos en el vocabulario matemático. Estos resultados respaldan que es posible estimular el lenguaje matemático en niños preescolares. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas para las medidas de matemáticas entre los grupos luego de la intervención que permitan confirmar la asociación causal entre ambos dominios (Hassinger-Das et al., 2015).

Aún así un cúmulo importante de evidencia apunta a la relación entre el lenguaje y el conocimiento numérico fundamentalmente en la etapa preescolar. Barner et al. (2009) en un estudio en el que participaron 58 niños de habla inglesa de entre 28 y 67 meses de edad, encontraron una correlación significativa entre la comprensión que los niños tenían de los números y una lista de cuantificadores (por ejemplo: más, todos, otros, algunos). La correlación se mantiene incluso controlando por la edad. Además, los desempeños de los niños de dos años que apenas han adquirido la morfología singular-plural, apuntan a que la correlación entre la comprensión de cuantificadores y numerales no puede atribuirse específicamente a la comprensión del singular-plural (Barner et al., 2009).

Clements et al., (2013) enfatizaron la importancia del lenguaje específicamente matemático para el aprendizaje de las matemáticas desde los primeros años de educación formal. En particular, en lo que respecta al conteo y los conceptos numéricos, los niños pasan de recitar la lista numérica de memoria al conocimiento de que la última palabra del conteo representa la cantidad de elementos del conjunto (principio de cardinalidad), asignando la palabra correcta a cada colección (Clements et al., 2013).

Un estudio longitudinal que evaluó el desarrollo del lenguaje matemático en niños de entre 4 y 5 años que presentaban una baja capacidad numérica temprana, sugiere que el lenguaje matemático interviene mediando la relación entre el lenguaje general y las habilidades aritméticas tempranas en estos niños (Toll & Van Luit, 2014). En esta línea, Purpura & Reid (2016) apuntan a que el aprendizaje de conceptos matemáticos depende de la adquisición y uso del lenguaje, específicamente del lenguaje matemático. En un estudio en el que participaron 136 niños preescolares, encontraron que el lenguaje general es un predictor significativo del desempeño matemático, sin embargo, cuando se incluyen en un modelo de regresión de efectos mixtos el lenguaje general y el lenguaje matemático, únicamente el lenguaje matemático resulta un predictor significativo del desempeño matemático (Purpura & Reid, 2016).

A partir de estos antecedentes de la relación entre ambos dominios, un estudio examinó las relaciones entre el lenguaje matemático y habilidades aritméticas específicas. Participaron del estudio 124 niños ( $M=4,78$  años) pertenecientes a 18 centros educativos preescolares. Encontraron que el lenguaje matemático se relaciona con la mayoría de las habilidades numéricas, salvo con la subitización y las habilidades formales de suma (Hornburg et al., 2018).

Otros estudios se han centrado en intervenir el lenguaje matemático para mejorar el conocimiento matemático a partir de la lectura de cuentos. En esta línea, un estudio implementó una intervención centrada en la lectura dialógica de libros ilustrados diseñados específicamente para promover el lenguaje matemático. En este estudio participaron 47 niños pertenecientes a diez aulas de preescolar, asignados aleatoriamente (24 niños al grupo de intervención y 23 niños al grupo control pasivo). Los resultados apuntan a que el lenguaje matemático impacta positivamente en las habilidades matemáticas (Purpura et al., 2016).

Recientemente, se evaluó la eficacia de la implementación por parte de las familias de una intervención centrada en lectura dialógica para promover el lenguaje matemático de los niños (en los propios hogares). Participaron 84 familias asigna-

das aleatoriamente en grupo de intervención (n=40) o grupo control activo (n=44). Los resultados muestran que en el pos-test las diferencias entre los grupos control y experimental son significativas tanto para la medida de aritmética como la de lenguaje matemático. Además, los efectos de la intervención sobre las habilidades numéricas de los niños se mantuvieron en una nueva medida 8 semanas después de la intervención (Purpura et al., 2021).

En base a la evidencia presentada, la discusión sobre el impacto del lenguaje matemático en las habilidades matemáticas aún no se encuentra cerrada. La evidencia previa no ha logrado abordar todos los componentes del lenguaje matemático, específicamente los conceptos témporo-espaciales resultan un área poco explorada en la literatura.

## 2.4. Evaluación del lenguaje matemático

Clark (1971) estudió la adquisición de los términos temporales *antes* y *después* en idioma inglés, en 40 niños preescolares de entre 3 y 5 años. La evaluación consta de dos bloques de instrucciones con 8 frases, luego de completar el primer bloque el evaluador consultaba al niño si quería continuar, en caso de no querer continuar con la actividad el siguiente bloque se evaluó en un plazo de una semana. El procedimiento utilizado para la evaluación de la comprensión de los términos fue solicitar a los niños que realizaran acciones con juguetes siguiendo instrucciones del evaluador. Los materiales incluían muñecos, animales de peluche y objetos como piedra o pelota. Los términos a evaluar seguían consignas como por ejemplo: *el niño pateó la pelota después de acariciar al perro*. La evaluación se realizó en formato individual en una sala del centro educativo. Este formato de evaluación presenta dificultades para su interpretación y requiere de extensivo entrenamiento de aplicadores dado que presenta un fuerte componente de observación que podría derivar en interpretaciones subjetivas.

Por otro lado, dentro de los antecedentes de evaluación a partir de secuencias de imágenes se encuentra la subprueba de Ordenamiento de historias del Test WISC-III (Wechsler & Castillo, 2006). Se trata de una subprueba no verbal que forma parte de un Test de inteligencia desarrollado para evaluar niños desde los 6 años. Esto ocasiona dificultades en la interpretación de la puntuación para niños menores. Además, la estructura de la secuencia presenta fuertes limitaciones para la evaluación del conocimiento de otros conceptos diferentes al orden, (por ejemplo: antes o después) en tanto no fue creada para estos fines. Estos conceptos resultan de interés en tanto son componentes esenciales del lenguaje matemático. Es de destacar que la subprueba fue retirada de las versiones actuales del Test y utilizar la versión que la incluye no aporta beneficios en cuanto a la validez y confiabilidad de los ítems.

Existen antecedentes de evaluación de tareas de secuenciación en preescolares. La batería desarrollada por Baron-Cohen et al. (1986) incluye 15 historias de cuatro imágenes cada una, con cinco categorías diferentes (por ejemplo: una acción con un objeto; una acción con una persona y un objeto; rutinas sociales que implican a otros). Adicionalmente, Kazakoff et al., (2013) utilizaron las secuencias desarrolladas por Baron-Cohen et al., (1986) como referencia para el desarrollo de imágenes con un nuevo diseño y color que implementaron en una intervención centrada en robótica y programación para la mejora de la secuenciación en primera infancia, con 27 participantes. El material se ajusta parcialmente a los intereses del estudio posibilitando la evaluación de secuenciación en preescolares, sin embargo, introduce otros aspectos como la intencionalidad de las acciones o mecánica de objetos que podrían derivar en más de una interpretación en la evaluación de conceptos como *antes* o *después* para lo que no fue diseñada.

En esta línea, a partir de una prueba de secuenciación (Langdon & Coltheart, 1999), un subconjunto en el que se solicita la organización de cuatro secuencias mecánicas fue utilizada para la evaluación de secuenciación en un estudio que evaluó la asociación entre pensamiento computacional con las habilidades de secuenciación

y comparación de números simbólicos en 102 preescolares (Gerosa et al., 2021). La tarea de secuenciación de imágenes originalmente incorpora diferentes tipos de historias tales como: objetos que interactúan con otros, personas que interactúan en rutinas sociales cotidianas, desarrollada para evaluar las habilidades de secuenciación en estudiantes universitarios. Incluye 12 secuencias con 4 tarjetas cada una, con imágenes sencillas en blanco y negro (Langdon & Coltheart, 1999).

Una subprueba de lenguaje matemático fue específicamente desarrollada para la evaluación en contextos de educación preescolar en inglés (Purpura & Logan, 2015). Incluye 16 elementos que evalúan lenguaje cuantitativo (por ejemplo, menos, un poco, más) y lenguaje témporo-espacial (por ejemplo: primero, último, antes, lejos, más cerca). La batería inicialmente presentó 33 ítems que fueron reducidos a 16 a partir de análisis de Teoría de Respuesta al Ítem. Los ítems fueron diseñados para ser completados sin habilidades cuantitativas exactas, por ejemplo, en un ítem cuantitativo se le pidió al niño comparar dos conjuntos diferentes de puntos con una diferencia entre los números que permitía responder independientemente de la capacidad numérica (10 vs 2). Un ítem espacial evaluó la comprensión del término "más cerca" presentando una imagen en el centro de una página y cuatro puntos extendidos en la página (uno cercano y tres en los extremos), solicitando señalar el más cercano a la imagen (Purpura & Reid, 2016). Si bien esta evaluación incorpora diversos términos que forman parte del lenguaje matemático, incluyendo términos espaciales, parece no diferenciarse sustancialmente de ítems presentes en evaluaciones de habilidades matemáticas informales tal como el ítem 1 del Test Tema-III (Ginsburg et al., 2007).

Evaluar el lenguaje matemático y específicamente el conocimiento de conceptos témporo-espaciales en ambientes ecológicos supone un desafío, se requiere de medidas ajustadas al desarrollo de los niños, al idioma y a las características del sistema de enseñanza. La búsqueda realizada se enfocó en Tests o herramientas para la evaluación de conceptos témporo-espaciales en aulas de preescolares. Nos encontramos



con una de las dificultades más frecuentes de la evaluación del desarrollo, la existencia limitada de Test con baremos para nuestro país o países vecinos, lo que podría conllevar al uso de herramientas poco ajustadas, con fuertes limitaciones de adaptación cultural. Otras de las dificultades es que el acceso a herramientas existentes en general representa grandes costos económicos de materiales o de la certificación de aplicación.

## 2.5. Estudio actual

A pesar de que existe un consenso en que el manejo de las competencias lingüísticas y matemáticas está interrelacionado durante el desarrollo, las características de la relación continúan siendo tema de debate (Purpura, Litkowski et al., 2019b). La evidencia creciente en los últimos años apunta a la asociación entre las habilidades matemáticas básicas y aspectos específicos del lenguaje. A partir de las limitaciones en el estudio de los aspectos témporo-espaciales del lenguaje matemático, se buscó aportar evidencia sobre la relación entre habilidades matemáticas y lenguaje témporo-espacial en niños y niñas de educación inicial.

### 2.5.1. Preguntas de investigación

- *Pregunta 1:* ¿Se puede medir de manera consistente la adquisición de conceptos témporo-espaciales en niños preescolares a través de un Test basado en secuencias?
- *Pregunta 2:* ¿Los conceptos temporo-espaciales se relacionan con las habilidades matemáticas tempranas?

## **2.5.2. Objetivos**

### **2.5.2.1. General**

Comprender la relación entre la adquisición temprana de los conceptos temporo-espaciales y las habilidades matemáticas en niños preescolares para contribuir al desarrollo de estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje de matemáticas.

### **2.5.2.2. Específicos**

- Desarrollar una medida de conocimiento de conceptos temporo-espaciales para niños de edad preescolar que se ajuste a la evaluación en contexto educativo.
- Evaluar la relación entre el desarrollo de habilidades matemáticas tempranas y conceptos temporo-espaciales.

# Capítulo 3

## Metodología

### 3.1. Creación y análisis de validez de una escala de conceptos temporales y espaciales

Previo a la creación de la escala se realizó una primera búsqueda de antecedentes a partir de EBSCOhost en las bases *Academic Search Complete* y *APA PsycArticles*. Se utilizaron las palabras clave *mathematical language, mathematics, preschool or kindergarten or early childhood education* y *assessment or evaluation or measurement, mathematical language, preschool or kindergarten or early childhood education*. El criterio de inclusión fue: artículos que incluyeran todos los términos, grupos de edad entre 3 y 6 años, disponibles en texto completo. Se seleccionaron las publicaciones relevantes para los objetivos del estudio sin restricciones de año de publicación. El resumen de la búsqueda se presenta en la Tabla 3.1. A partir de los resultados de esta búsqueda se realizaron búsquedas por autor y de herramientas de evaluación utilizadas por otros estudios.

**Tabla 3.1:** Búsqueda en base de datos

Términos de la búsqueda	Total recuperados	Total incluidos
mathematical language AND mathematical ability AND preschool or kindergarten or early childhood education  assessment or evaluation or measurement AND mathematical language AND preschool or kindergarten or early childhood education	113	12
	14	2

Luego de la revisión de los antecedentes se observó que para utilizar las herramientas que tenían potencial de evaluación de los términos de interés para el estudio, se requería un trabajo de adaptación y traducción al español, además de asumir costos de adquisición y capacitación para la aplicación. La revisión fue valiosa en tanto permitió sistematizar los aportes de literatura previa sobre diseño de herramientas de aplicación en contextos ecológicos de educación inicial a partir de secuencia de imágenes mencionados en el apartado 2.4. En relación a la definición de los términos témporo-espaciales a incluir, se tomaron los antecedentes de evaluación del lenguaje matemático témporo-espacial más ajustados a los objetivos del estudio y los términos que los niños utilizan frecuentemente en las matemáticas tempranas (Purpura & Reid, 2016).

En la primera fase de desarrollo se incluyeron los siguientes términos: *orden*, *primero*, *último*, *antes*, *después*, *justo antes* y *justo después*. La estructura de la herramienta fue de 6 secuencias de tres imágenes cada una, en cada secuencia se evaluaron los términos *orden*, *primero*, *último*, *antes*, *después* y uno de los siguientes términos: *justo antes* o *justo después*.

Una vez definida la estructura y los términos se trabajó en las especificaciones de las secuencias de acciones y en las normas para la aplicación y corrección. Se contactó a una ilustradora especializada en dibujos infantiles para el diseño del contenido de las secuencias. Se buscó incluir imágenes sencillas y sin ambigüedad

con respecto a su orden. En la Figura 3.1 se presenta un ejemplo del proceso de diseño de una de las secuencias: se observa una fase inicial de boceto a partir de las características que queríamos mostrar (A) y una segunda fase (B) con ajustes y las características principales ya representadas. A partir de esa etapa se solicitó a la ilustradora revisiones menores (en este ejemplo particular se incorporó una alfombra, los autos junto a los legos en todas las láminas, etc.) para llegar al diseño final (C).

A partir de este trabajo, se realizó un estudio piloto con 10 niños de educación inicial, que permitió ajustar la herramienta, fundamentalmente en la claridad de las consignas para llegar a la versión actual <sup>1</sup>. Adicionalmente, los materiales y observaciones del piloto fueron presentados a tres investigadores especializados en desarrollo cognitivo, que en rol de juicio de expertos aportaron comentarios generales sobre la herramienta. Un ajuste realizado en esta etapa fue retirar los ítems de medida de *justo antes* y *justo después*. Estos ítems habían sido incorporados inicialmente para obtener una mayor confirmación de la discriminación entre los conceptos *antes* y *después*, sin embargo tanto las consultas a expertos como la propia experiencia que surge del estudio piloto mostraron que no resultaban ítems claros para su evaluación a partir de secuencia de tres imágenes.

Se enfatizó en que la consigna y el diseño no involucren nociones de numerosidad o conocimientos numéricos para asegurar que la evaluación era específica de lenguaje matemático témporo-espacial y no de habilidades matemáticas. Los 30 ítems seleccionados para la evaluación (6 ítems por cada uno de los conceptos a evaluar: *orden*, *primero*, *último*, *antes* y *después*) fueron diseñados para ser resueltos sin necesidad de poner en juego habilidades matemáticas exactas y no incorporan nociones de número. Los términos *antes* y *después* fueron contrabalanceados en la aplicación para evitar respuestas automáticas por parte de los niños. En relación a la puntuación, cada ítem resuelto correctamente puntúa un punto y si la respuesta es incorrecta cero puntos. La puntuación máxima es de 30 puntos. La versión actual en material

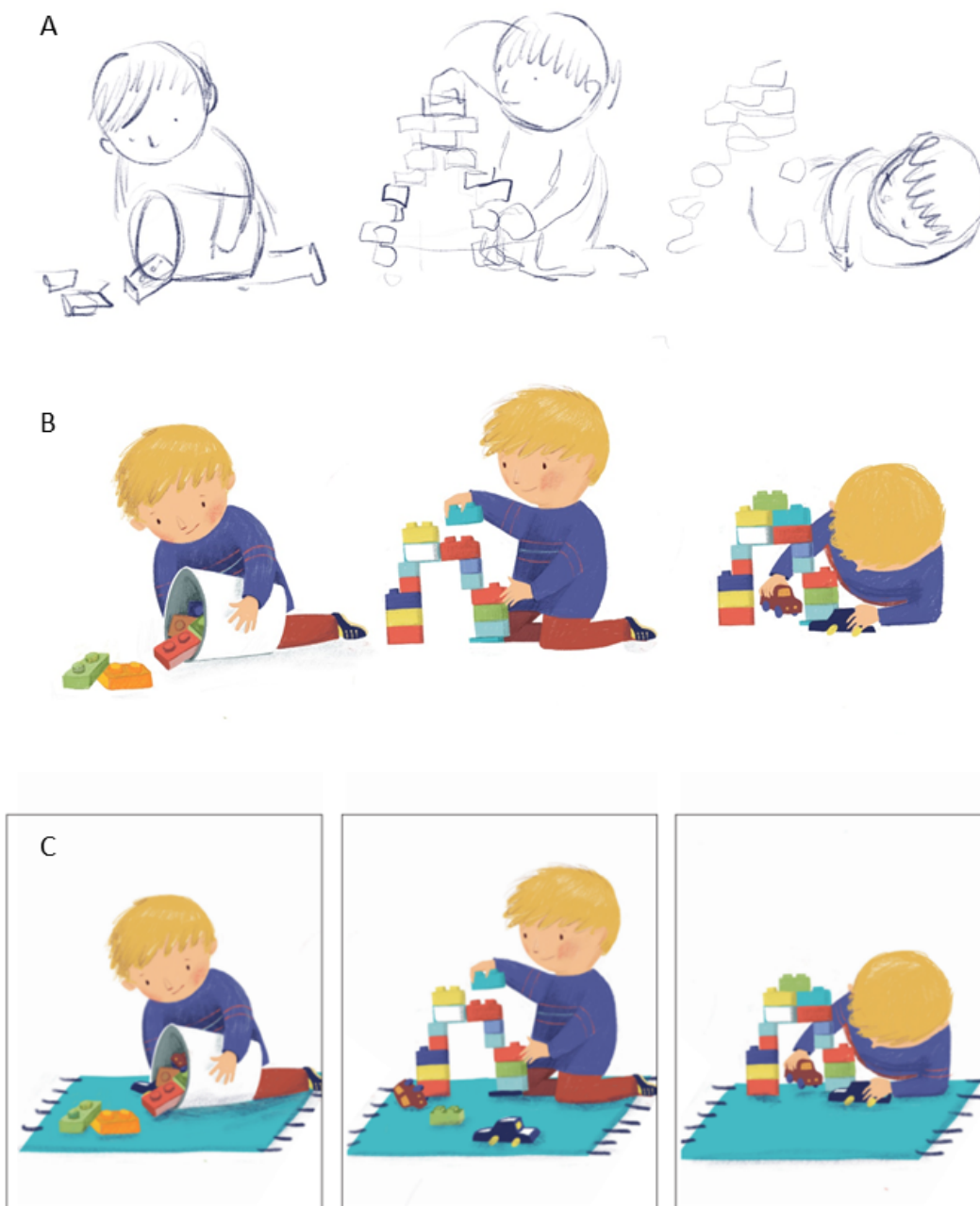
---

<sup>1</sup>Estos datos obtenidos a partir del estudio piloto no forman parte de la muestra presentada en este estudio

concreto de la Evaluación de Conceptos Temporales y Espaciales (ECTE) incluye seis secuencias de imágenes en PVC Sintra, una Guía de aplicación y puntuación y Hoja de registro de respuestas (ver Anexo 1).

La escala de conceptos témporo-espaciales fue esencial para dar respuesta a la Pregunta 1 del estudio y permitió contar con una herramienta de evaluación adecuada para dar respuesta a la pregunta 2. El análisis preliminar de los aspectos psicométricos de la herramienta se realizaron con la muestra del estudio correlacional y se presentan en el apartado *Resultados* (ver 4.2).

**Figura 3.1:** *Proceso de diseño de secuencia de imágenes. A. Boceto de la secuencia de juego. B. Primera propuesta de la secuencia. C. Secuencia final*



## **3.2. Estudio ex post facto**

La pregunta 2 acerca de la asociación entre los conceptos témporo-espaciales y las habilidades matemáticas se abordó a partir de un diseño cuantitativo ex post facto retrospectivo (León & Montero, 2003).

### **3.2.1. Participantes**

La muestra total del estudio es de 84 participantes de entre 50 y 76 meses de edad ( $M= 66,43$ ,  $SD= 5,98$ ), pertenecientes a dos centros educativos públicos de educación inicial de la ciudad de Montevideo. Para participar en el estudio se solicitó el consentimiento de los padres o tutores y el asentimiento de los niños. Los centros educativos pertenecen al nivel socio-económico medio y alto de educación pública del país. La distribución de la muestra por sexo, edad y nivel socio-económico del centro educativo se muestra en la Tabla 4.1

### **3.2.2. Consideraciones éticas**

Este estudio cuenta con el Aval del Comité de Ética de la Facultad de Psicología, Universidad de la República y con el Aval de la Administración Nacional de Educación Pública, Consejo de Educación Inicial y Primaria.

La selección de la muestra fue por conveniencia, considerando niños que asisten a centros educativos de nivel inicial que han manifestado interés en participar de estudios del Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje (CICEA), no tratándose de población vulnerable. En primera instancia se contactó a los directores y maestros de las instituciones educativas para agendar reunión con el equipo docente. En la reunión se informaron las características y objetivos del proyecto, se los invitó a participar del mismo de modo libre y voluntario, explicitando que su no participación en el estudio no supone para ellos perjuicio alguno. Con



los docentes interesados en participar se trabajó en la agenda de reuniones de padres para informar las características del estudio y solicitar consentimientos informados de padres/madres o tutores de los niños.

En la reunión de padres, se comunicó las principales características y objetivos del estudio, explicitando que la participación de los niños es libre y voluntaria, que se les pedirá el asentimiento verbal a los participantes (por tratarse de prelectores) en cada instancia de evaluación e intervención y podrán negarse o retirarse en cualquier momento, sin que esto suponga ningún inconveniente para ellos. Se solicitó autorización de participación de sus hijos/as mediante la entrega de hoja de información del proyecto y consentimiento informado para padres.

En la hoja de información y en la reunión se informó que los datos recogidos en esta investigación, son tratados y resguardados de acuerdo a las normativas vigentes en nuestro país para la investigación con seres humanos y la protección de datos personales (Decreto CM/515 del Poder Ejecutivo, Ley Habeas Data 2009, Ley N° 18.331, Protección de Datos Personales Habeas Data, 2008) asegurando la confidencialidad de los mismos. Las actividades y evaluaciones que se realizarán en el marco de este proyecto no implicarán ningún riesgo para los participantes. Una vez finalizado el estudio, los resultados se ponen a disposición de todos los participantes.

### **3.2.3. Medidas**

***Habilidades matemáticas.*** Se utilizó el Test de Competencia Matemática Básica: TEMA-3 (Ginsburg et al., 2007). Se trata de una prueba de habilidad matemática infantil de aplicación individual a niños de entre 3,0 y 8,11 años de edad, con una duración de aplicación aproximada de entre 30 y 45 minutos. Está compuesta por 72 ítems de los cuales 41 evalúan aspectos informales de matemática básica, aprendidos frecuentemente antes de la escolarización, como por ejemplo comparación de cantidades, secuencia de números y cálculo informal. El resto de los ítems que componen la escala evalúan aspectos formales de la matemática mediante por

ejemplo habilidades de cálculo formal que implican la realización de cuentas de suma y resta. La evaluación presenta diferentes puntos de inicio en función de la edad y criterio de corte establecido en las normas de aplicación cuando el niño comete 5 errores consecutivos.

***Habilidades lingüísticas.*** Se utilizó el Peabody Test PPVT-III (Dunn et al., 2010) que evalúa el vocabulario receptivo como un *proxy* para la medición del lenguaje general de los niños. El test es de aplicación individual e incluye un total de 192 elementos ordenados por dificultad en 16 conjuntos. Puede ser utilizado en un rango de edad de entre los 2 años y medio y los 90 años. Si bien no tiene límite de tiempo, el tiempo de aplicación se encuentra entre los 10 y 12 minutos. El inicio de la evaluación es determinado en función de la edad y la aplicación debe interrumpirse al llegar a los 8 errores dentro de un mismo conjunto.

***Conceptos temporales y espaciales.*** Para evaluar la comprensión de términos témporo-espaciales se utilizó la herramienta de evaluación desarrollada en el marco de esta tesis (ECTE). Se compone de seis secuencias de tres imágenes cada una (18 tarjetas) y un total de 30 ítems que evalúan: orden, antes, después, primero y último; palabras utilizadas frecuentemente para referir a las relaciones entre cantidades y objetos, etiquetar comparaciones no simbólicas entre dos o más conjuntos y determinar el mayor. La evaluación no cuenta con criterio de corte y la duración aproximada es de entre 15 y 20 minutos, la puntuación máxima es de 30 puntos. En relación a la puntuación, cada ítem puntúa un punto cuando se resuelve correctamente y cero puntos si la respuesta es incorrecta.

***Inteligencia no verbal.*** El Test de Matrices Progresivas de Raven: Escala Coloreada (TMPR) se utilizó en formato individual. Presenta tres conjuntos (A, AB y B) de 12 elementos cada uno, con dificultad creciente. En cada elemento los niños deben seleccionar entre seis opciones de respuesta la pieza que completa la figura (Raven, 2005).

### 3.2.4. Procedimiento

Los niños fueron evaluados en dos sesiones individualmente dentro de los centros educativos en un aula asignada para tal finalidad. El orden de administración de las medidas de conceptos témporo-espaciales (ECTE) y habilidades matemáticas (Test TEMA-3) fue contrabalanceado y se aplicaron en la primera sesión de evaluación. En una segunda sesión se midió el vocabulario receptivo (Test de vocabulario en imágenes Peabody) e inteligencia no verbal (Test de Matrices Progresivas: Escala Coloreada). Las evaluaciones fueron aplicadas por la investigadora responsable o por estudiantes avanzados de la Licenciatura en Psicología previamente capacitados por investigadores.

### 3.2.5. Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó el software R y R Studio (R Core Team, 2020). Los resultados se reportan a partir de las puntuaciones directas de las medidas. Las puntuaciones directas de cada variable fueron estandarizados a puntuaciones Z para una mejor interpretación de los resultados.

Para evaluar la consistencia interna de la herramienta ECTE se utilizó el Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ). La validez fue explorada a partir de análisis factorial.

En el estudio ex post facto, la asociación entre las variables se reportan a partir del coeficiente de correlaciones bivariadas ( $r$  de Pearson). A los efectos de evaluar si el desempeño en la ECTE contribuye de manera independiente al puntaje en TEMA-3, realizamos análisis de regresión múltiple con las habilidades matemáticas como variable dependiente y las variables independientes edad, desempeño en ECTE, vocabulario e inteligencia. Se utilizó el método “hacia atrás” (Keith, 2019) para la eliminación de variables según el criterio de información de Akaike (AIC).

# Capítulo 4

## Resultados

### 4.1. Estadísticos descriptivos de la muestra

En la Tabla 4.1 se presentan los estadísticos descriptivos de la muestra incluyendo edad en meses de los participantes y el nivel socio-económico del centro educativo según clasificación de la Administración Nacional de Educación Pública.

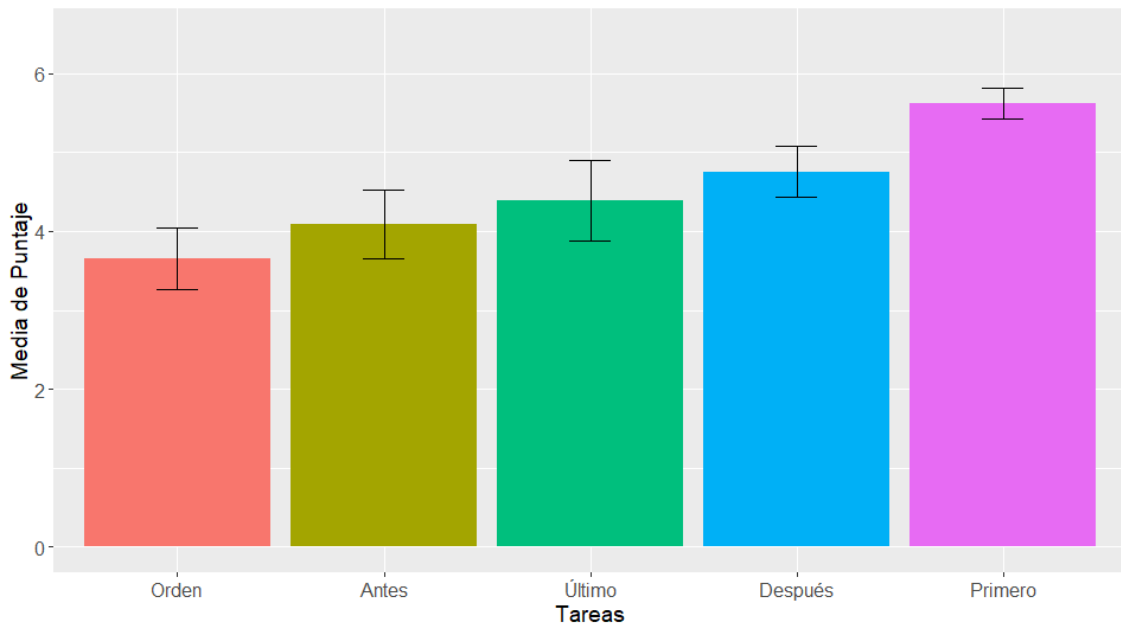
**Tabla 4.1:** *Distribución de la muestra por sexo, edad y nivel socio-económico del centro educativo.*

	Niños (n=54)	Niñas (n=30)	Total (N=84)
Edad (meses)			
Media (SD)	66.83 (5.81)	65.70 (6.31)	66.43 (5.98)
Mediana [Min, Max]	68.00 [50, 76]	67.00 [51, 75]	67.50 [50, 76]
Datos perdidos	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
NSE			
Medio	28	19	47
Alto	26	11	37

## 4.2. Análisis preliminar de las propiedades psicométricas de la evaluación de conceptos témporo-espaciales

La distribución de las puntuaciones obtenidas para cada concepto evaluado se presentan en la Figura 4.1. Cada ítem contestado correctamente puntuó uno y cada ítem incorrecto cero puntos. Del total de la escala de 30 ítems, cada término (*orden*, *primero*, *último*, *antes* y *después*) fue evaluado a partir de 6 ítems.

**Figura 4.1:** *Media de las puntuaciones directas de cada concepto*



*Nota:* La puntuación máxima para cada concepto es 6 puntos

Los 30 ítems que componen la escala fueron evaluados en cuanto a su dificultad y poder de discriminación. El índice de dificultad se calculó en base a la Teoría Clásica de los Test a partir del cálculo del número de aciertos en cada ítem sobre el total de ítem contestados. Por lo tanto, a medida que el índice de dificultad aumenta, debe interpretarse como un ítem más fácil. La dificultad media de los ítems para cada concepto evaluado fue: *orden* 0.60; *antes* 0.67; *último* 0.72; *después* 0.78 y *primero*

0.93. El índice de discriminación refiere al poder de discriminación que tiene un ítem y se calculó restando los aciertos del grupo de bajo rendimiento (27% inferior de la muestra) de los aciertos de los que puntúan alto en el ECTE (27% superior de la muestra) y dividiendo esta diferencia por el tamaño del grupo. El análisis de los ítems revisados a partir del índice de discriminación y el índice de dificultad se presentan en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2:** *Índices de dificultad y discriminación para cada ítem de la Evaluación de Conceptos Temporales y Espaciales (ECTE)*

Secuencia	Ítem	Palabra clave	<i>I. dificultad</i>	<i>I. discriminación</i>
I	01	Orden	0,71	0,56
	02	Primero	0,92	0,26
	03	Último	0,70	0,78
	04	Antes	0,73	0,6
	05	Después	0,88	0,3
II	06	Orden	0,64	0,47
	07	Primero	0,94	0,13
	08	Último	0,67	0,6
	09	Después	0,77	0,43
	10	Antes	0,67	0,65
III	11	Orden	0,57	0,52
	12	Primero	0,94	0,22
	13	Último	0,73	0,65
	14	Antes	0,65	0,6
	15	Después	0,78	0,35
IV	16	Orden	0,77	0,47
	17	Primero	0,90	0,26
	18	Último	0,76	0,65
	19	Después	0,75	0,39
	20	Antes	0,71	0,69
V	21	Orden	0,55	0,43
	22	Primero	0,97	0,08
	23	Último	0,76	0,69
	24	Antes	0,60	0,65
	25	Después	0,82	0,22
VI	26	Orden	0,39	0,52
	27	Primero	0,92	0,13
	28	Último	0,75	0,69
	29	Después	0,73	0,22
	30	Antes	0,69	0,56

### 4.2.1. Fiabilidad

Los resultados de la consistencia interna de la escala de conceptos temporales y espaciales (ECTE) se reportan a partir del Coeficiente Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ). Este coeficiente basado en las correlaciones entre todos los ítems de la herramienta (30) y presenta una buena confiabilidad ( $\alpha = 0.883$ ) encontrándose dentro del rango de valores preferibles de alfa (entre 0,80 y 0,90) (Oviedo & Campo-Arias, 2005).

### 4.2.2. Validez

En cuanto a la validez de contenido, la construcción de los 30 ítems fue realizada en base a secuencias que permitieran la ilustración y que representaran acciones con contenidos comunes y frecuentes. Se consideró específicamente que las acciones fueran conocidas por los niños y la secuenciación no generara respuestas ambiguas. La selección de las 5 palabras claves se seleccionaron a partir de los reportes de antecedentes en cuanto a términos relevantes en la evaluación del lenguaje témporo-espacial.

#### 4.2.2.1. Análisis factorial

Para evaluar la validez de constructo de la herramienta ECTE se realizó un análisis factorial. El coeficiente de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue considerado para verificar que nuestra matriz de datos resulta adecuada para el análisis factorial. El coeficiente de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue de 0.68 indicando valores aceptables para el análisis factorial. La esfericidad de los datos evaluada a partir del test de Barlett fue significativa ( $gl= p < 0.001$ ).

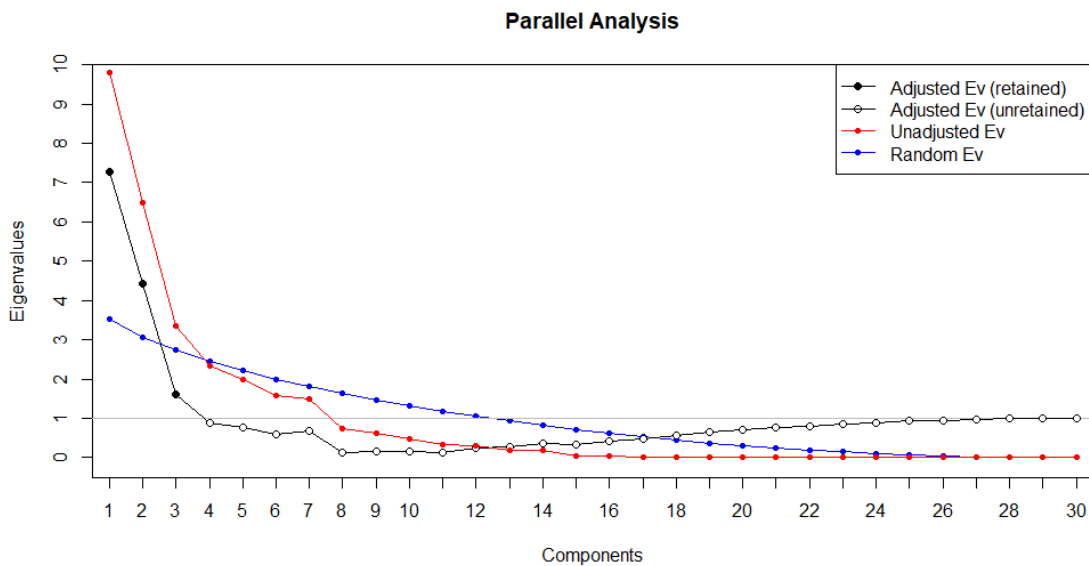
Considerando que la construcción de la escala plantea 5 conceptos (orden, primero, último, antes y después) se realizó un análisis confirmatorio con una estructura de 5 factores. Esta estructura representa el 62 % de la varianza acumulada (ver Tabla 4.3).

**Tabla 4.3:** Varianza por factor para 5 factores y porcentaje acumulado de la varianza explicada

	ML4	ML5	ML3	ML1	ML2
SS loadings	5.77	4.51	2.85	2.78	2.65
Proportion Var	0.19	0.15	0.09	0.09	0.09
Cumulative Var	0.19	0.34	0.44	0.53	<b>0.62</b>
Proportion Explained	0.31	0.24	0.15	0.15	0.14
Cumulative Proportion	0.31	0.55	0.71	0.86	1.00

Adicionalmente, se realizó un análisis factorial exploratorio utilizando el análisis paralelo de Horn (Horn, 1965) para determinar el número de factores a extraer. El número de factores determinado a partir del análisis paralelo de Horn (Horn, 1965) y siguiendo el criterio Kaiser sugiere retener 3 factores (factores con un eigenvalue de 1.0 o superior) (ver Figura 4.2).

**Figura 4.2:** Análisis paralelo



Para obtener una estructura más comprensible de la matriz se utilizó el método de rotación ortogonal Varimax. Se utilizó el método de máxima verosimilitud para extraer los factores. Los resultados mostraron que a partir de una estructura de tres factores se representa el 54% de la varianza acumulada. El peso que aporta cada



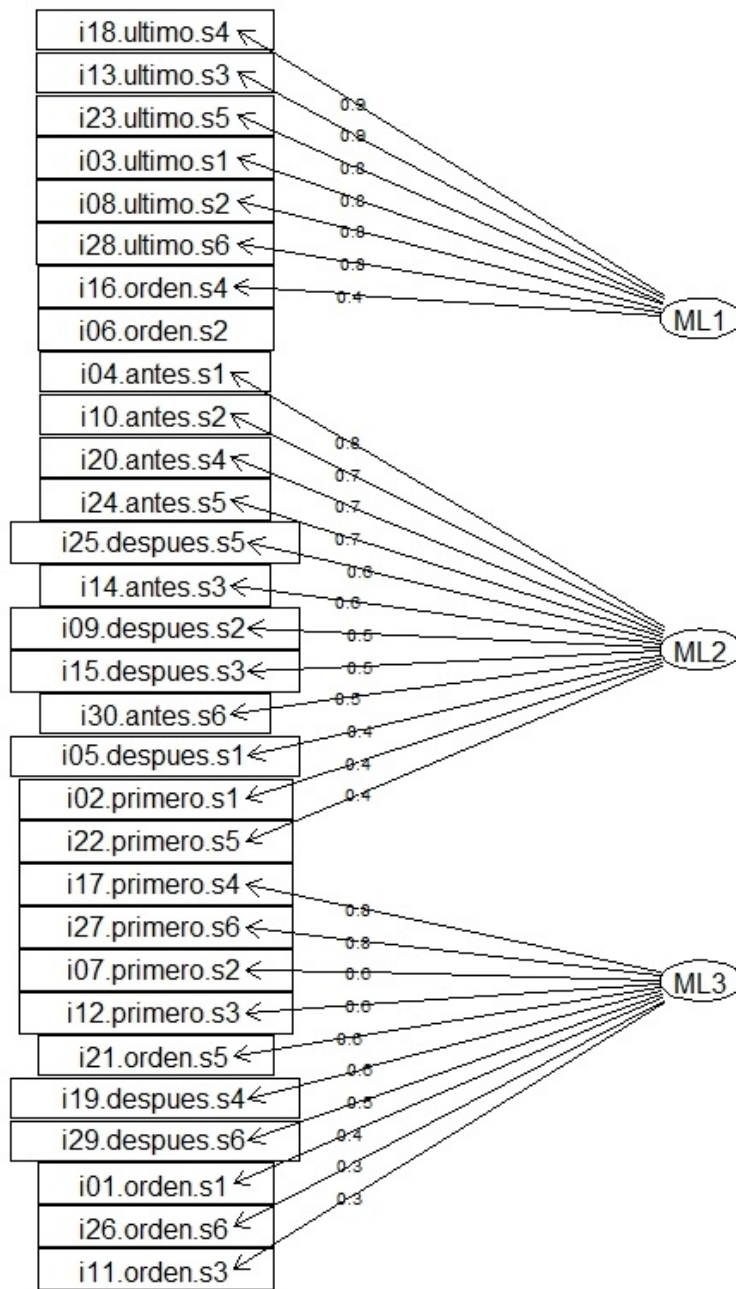
factor es de 20 % correspondiente al factor ML1, 18 % correspondiente al factor ML2 y 16 % correspondiente al factor ML3 (ver Tabla 4.4). Los factores pueden ser interpretados como ML1: Último; ML2: Antes y Después y ML3: Primero y Orden (ver detalle en Figura 4.3).

**Tabla 4.4:** *Varianza por factor para 3 factores y porcentaje acumulado de la varianza explicada*

	ML1	ML2	ML3
SS loadings	6.11	5.39	4.62
Proportion Var	0.20	0.18	0.15
Cumulative Var	0.20	0.38	<b>0.54</b>
Proportion Explained	0.38	0.33	0.29
Cumulative Proportion	0.38	0.71	1.00

Figura 4.3: Contribución de cada ítem de la escala ECTE a una estructura de 3 factores

**Factor Analysis**



Nota: Los ítems fueron nominados utilizando el patrón: número de ítem.concepto.número de serie

### 4.3. Estudio ex post facto

#### 4.3.1. Estadísticos descriptivos

La Tabla 4.5 presenta las medias, las desviación estándar, la mediana y los rangos para las puntuaciones directas de las evaluaciones de conceptos temporales y espaciales, habilidades matemáticas, habilidades lingüísticas e inteligencia no verbal.

**Tabla 4.5:** *Estadísticos descriptivos de las puntuaciones directas de cada tarea*

Tarea	Niños (n=54)	Niñas (n=30)	Total (N=84)
<i>Conceptos témporo-espaciales</i>			
Media (SD)	22.67 (5.63)	22.20 (6.61)	22.50 (5.96)
Mediana [rango]	23.5 [7, 30]	24 [6, 30]	24 [6, 30]
Datos perdidos (%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<i>Habilidades matemáticas</i>			
Media (SD)	20.72 (8.07)	18.63 (7.23)	19.98 (7.80)
Mediana [rango]	22.50 [3, 38]	18 [2, 30]	21.50 [2, 38]
Datos perdidos (%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<i>Habilidades lingüísticas</i>			
Media (SD)	66.02 (17.19)	64.97 (16.47)	65.63 (16.83)
Mediana [rango]	65.00 [30, 111]	63 [33, 99]	64 [30, 111]
Datos perdidos (%)	4 (7.4%)	1 (3.3%)	5 (6.0%)
<i>Inteligencia no verbal</i>			
Media (SD)	16.04 (5.02)	16.50 (4.06)	16.20 (4.68)
Mediana [rango]	15.50 [5, 27]	16.50 [8, 22]	16.00 [5, 27]
Datos perdidos (%)	6 (11.1)	4 (13.3%)	10 (11.9%)

#### 4.3.2. Asociaciones entre las variables del estudio

Los resultados de las correlaciones entre habilidades matemáticas, conceptos témporo-espaciales, habilidades lingüísticas, inteligencia no verbal y la edad de los participantes al momento de la evaluación se presentan en la Tabla 4.6. Se encontró una correlación positiva significativa entre las habilidades matemáticas y las habilidades lingüísticas generales, así como entre las habilidades matemáticas y el

conocimiento de conceptos témporo-espaciales.

En la Figura 4.4 se presenta la asociación de las cuatro variables de interés en función de la evaluación de los conceptos témporo-espaciales con el objetivo de visualizar la capacidad predictiva del ECTE. Tal como se puede observar en la gráfica, la asociación más fuerte ocurre con la habilidad matemática medida por TEMA-3 presentando un r de 0,49.

**Tabla 4.6:** *Correlaciones de Pearson entre las medidas de habilidades matemáticas, conceptos temporales y espaciales, habilidades lingüísticas, inteligencia no verbal y edad de los participantes.*

	1	2	3	4	5
1 Habilidades matemáticas	-	.495***	.473***	.425***	.506***
2 Conceptos témporo-espaciales		-	.396***	.314***	.316***
3 Habilidades lingüísticas			-	.362***	.372***
4 Inteligencia no verbal				-	.371***
5 Edad en Meses					-

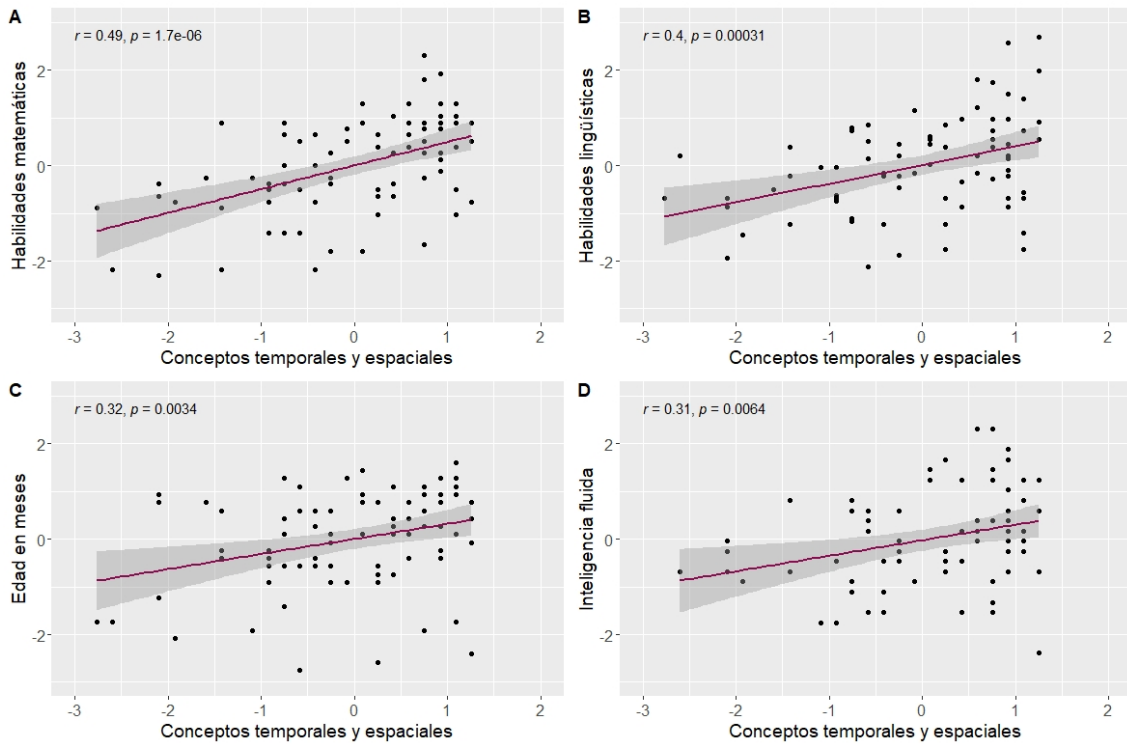
$p < \text{'***' } 0.001, \text{'**' } 0.01, \text{'*'} 0.05$  , corrección por FDR

### 4.3.3. Análisis de regresión lineal múltiple

Los análisis de regresión lineal múltiple fueron calculados con el método “hacia atrás”. Los supuestos de los modelos presentados fueron verificados (ver A).

El modelo 1 incluyó las habilidades matemáticas como variable dependiente y como variables independientes la edad, el desempeño en conceptos témporo-espaciales, las habilidades lingüísticas y la inteligencia. Este modelo fue capaz de explicar el 41 % de la varianza de la puntuación en habilidades matemáticas ( $R^2= 0.442$ ,  $R^2$  ajustado= 0.409). El p-valor del modelo es significativo ( $p<0.05$ ) lo que nos permite aceptar que el modelo no es por azar. La edad en meses y el desempeño en la evaluación de conceptos temporales y espaciales resultan predictores significativos de las habilidades matemáticas ( $t=2.7$ ,  $p<0.01$ ,  $t=2.9$ ,  $p<0.01$  respectivamente). Los coeficientes estandarizados del modelo se presentan en la Tabla 4.7.

**Figura 4.4:** Relación entre conceptos témporo-espaciales y (A) habilidades matemáticas; (B) habilidades lingüísticas; (C) edad en meses al momento de la evaluación y (D) inteligencia no verbal.



**Tabla 4.7:** Coeficientes estandarizados del Modelo de regresión lineal múltiple 1

Modelo	$\beta$	Error Std.	t
1 (Intercepto)	-0.044	0.092	-0.479
Conceptos témporo-espaciales	0.314	0.106	2.958 **
Edad en meses	0.290	0.105	2.748 **
Habilidades lingüísticas	0.175	0.104	1.676 .
Inteligencia no verbal	0.184	0.104	1.767 .

$p < \text{'***'} 0.001, \text{'**'} 0.01, \text{'*'} 0.05, \text{'.'} 0.1$

Adicionalmente, se realizó un análisis de regresión lineal múltiple con habilidades matemáticas como variable dependiente y como variables independientes la edad, inteligencia, vocabulario y la puntuación de la evaluación de conceptos témporo-espaciales ponderadas a partir del resultado del análisis factorial confirmatorio de

tres factores. Este segundo modelo fue capaz de predecir el 42% de la varianza de la puntuación en habilidades matemáticas ( $R^2= 0.449$ ,  $R^2$  ajustado= 0.416) y el p-value del modelo es significativo ( $p<0.05$ ). En la tabla 4.8 se presentan los coeficientes estandarizados del modelo.

**Tabla 4.8:** *Coefficientes estandarizados del Modelo de regresión lineal múltiple 2.*

Modelo	$\beta$	Error Std.	t
2 (Intercepto)	-0.044	0.092	-0.484
Conceptos témporo-espaciales (PP)	0.325	0.104	3.115 **
Edad en meses	0.286	0.105	2.726 **
Habilidades lingüísticas	0.182	0.103	1.774 .
Inteligencia no verbal	0.182	0.103	1.775 .

$p < \text{'***' } 0.001, \text{'**' } 0.01, \text{'*'} 0.05, \text{'.' } 0.1.$  (PP) Puntaciones ponderadas por cargas factoriales

A modo exploratorio se revisó la relación entre el conocimiento de términos témporo-espaciales y las habilidades matemáticas informales a partir de un análisis de regresión lineal múltiple con habilidades matemáticas informales como variable dependiente y las variables independientes: conceptos témporo-espaciales (puntuaciones ponderadas), habilidades lingüísticas, inteligencia no verbal y edad de los participantes. Este modelo (3) fue capaz de predecir el 42% de la varianza de las habilidades matemáticas informales ( $R^2= 0.454$ ,  $R^2$  ajustado= 0.421) y el p-value del modelo es significativo ( $p<0.05$ ). Los coeficientes estandarizados del modelo se presentan en la Tabla 4.9.

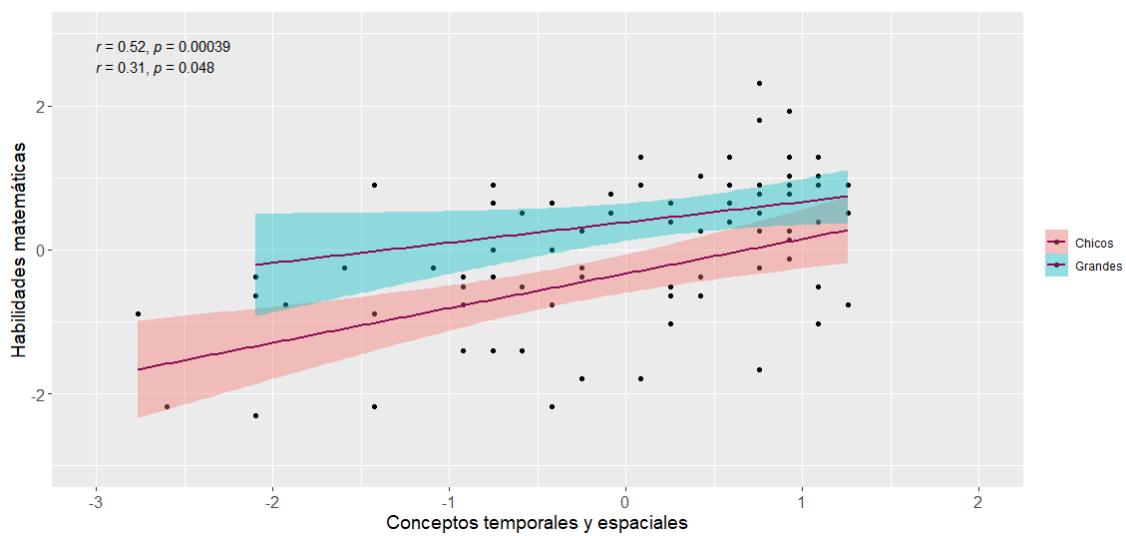
**Tabla 4.9:** *Coefficientes estandarizados del Modelo de regresión lineal múltiple 3*

Modelo	$\beta$	Error. Std.	t
3 (Intercepto)	-0.03	0.093	-0.414
Conceptos témporo-espaciales (PP)	0.343	0.106	3.235 **
Edad en meses	0.287	0.106	2.693 **
Habilidades lingüísticas	0.179	0.104	1.719 .
Inteligencia no verbal	0.191	0.105	1.818 .

$p < \text{'***' } 0.001, \text{'**' } 0.01, \text{'*'} 0.05, \text{'.' } 0.1.$  (PP) Puntaciones ponderadas por cargas factoriales

Se verificó que no existiera una interacción entre los conceptos témporo-espaciales y la edad de los participantes testeando esta hipótesis en un modelo de regresión lineal múltiple. En la Figura 4.5 se presenta la relación entre estas variables considerando la edad, los grupos *chicos* y *grandes* fueron definidos a partir de la mediana de la edad en meses de los participantes.

**Figura 4.5:** *Relación entre habilidades matemáticas y conceptos témporo-espaciales para cada grupo de edad*



*Nota:* Chicos n=42 y Grandes n= 42

# Capítulo 5

## Discusión

En el marco de esta tesis se desarrolló una herramienta para la evaluación del conocimiento de conceptos témporo-espaciales en niños de edad preescolar. Se trata de una medida específica de este lenguaje matemático, ajustada a nuestra población de hablantes del idioma español, que se destaca por su fácil aplicación en los propios contextos educativos. La herramienta (ECTE) fue sometida al análisis de estructura y confiabilidad obteniendo resultados satisfactorios. Los datos obtenidos sugieren que la escala puede utilizarse para la medición de estos conceptos de forma robusta. Es importante destacar que el tamaño de la muestra del presente estudio permite concluir de manera preliminar los análisis psicométricos y por lo tanto los resultados deben ser considerados teniendo presente esta limitación. Este aspecto fue considerado en el diseño de la herramienta sin embargo, los antecedentes reportados no se diferencian sustancialmente en cuanto al número de participantes y fases del diseño. Por ejemplo, en uno de los antecedentes más próximos de evaluación del lenguaje matemático se desarrolló una tarea para la evaluación de los términos cuantitativos y espaciales en el marco de un estudio mayor que evaluó las relaciones entre ANS, lenguaje matemático y habilidades matemáticas en 114 niños preescolares (Purpura & Logan, 2015). La adaptación de las herramientas existentes no ofrecía mayores beneficios en cuanto a este punto. En este sentido, la herramienta ECTE constituye



un primer punto de partida para la evaluación de conceptos témporo-espaciales y el posterior diseño de intervenciones basadas en lenguaje témporo-espacial en contextos educativos.

Adicionalmente, en el marco de esta tesis se desarrolló una versión digital de la ECTE. Se trata de una aplicación para sistemas operativos Android, que contiene las mismas secuencias que la versión de material concreto e incorpora la consigna de evaluación mediante audio. Esta versión digital permite además de la aplicación individual una modalidad de aplicación en pequeños grupos, algo que no es posible en la versión de material concreto. Se destacan entre sus beneficios la autonomía que genera a partir de las consignas de evaluación en audio pudiendo ser escuchada y repetida por el niño, la reducción de los tiempos de capacitación para su aplicación y la rápida disponibilidad de los datos de la evaluación en formato digital. Si bien esta aplicación aún no ha sido utilizada para la evaluación en contextos educativos, ha sido testeada en niños de la edad y se encuentra disponible para futuros estudios en esta dirección. Esta modalidad de evaluación es un avance clave para favorecer el acceso de la herramienta en los contextos educativos.

Para responder a nuestra segunda pregunta se evaluó la asociación entre las habilidades matemáticas y el lenguaje témporo-espacial en preescolares. Los resultados obtenidos dan cuenta de que el conocimiento del significado de los términos témporo-espaciales *orden*, *antes*, *después*, *primero* y *último* se correlaciona positivamente con las habilidades matemáticas de los niños de educación inicial (medidas utilizando TEMA-3), incluso cuando se controla la edad, la inteligencia fluida y el vocabulario general. Estos resultados van en línea con los reportes previos sobre la asociación entre habilidades matemáticas y lenguaje matemático en preescolares, en los que se ha encontrado que el conocimiento de términos cuantitativos (como *más* y *menos*) asociados a la cardinalidad y términos con contenido espacial (como *antes* y *último*) asociados a la ordinalidad, podrían permitir a los niños realizar comparaciones entre números y una mayor comprensión de aspectos vinculados a las relaciones entre

los números (Purpura et al., 2016). Adicionalmente, este estudio aporta evidencia que indica que el desarrollo de las habilidades matemáticas se relaciona específicamente con el lenguaje témporo-espacial. No se encontraron reportes previos de esta asociación a partir de estudios que evalúen de manera independiente el lenguaje témporo-espacial del lenguaje cuantitativo.

Es importante señalar que el diseño correlacional no nos permite discernir completamente cómo se vinculan estos dominios y si se trata de una relación causal. No obstante, es difícil sostener que hay una relación unidireccional desde el conocimiento matemático hacia el conocimiento de los términos témporo-espaciales. El lenguaje matemático parece facilitar el desarrollo de las habilidades matemáticas tempranas (Gelman & Butterworth, 2005). Una forma de abordar esta limitación es a partir de futuros estudios experimentales y longitudinales. La evidencia acumulada sobre la relación del lenguaje matemático y las habilidades matemáticas sugiere que los niños se basan en sus conocimientos de este lenguaje específico para mejorar su conocimiento numérico (Spelke, 2017). Los resultados recientes de un meta-análisis que estudió la relación entre el vocabulario matemático y el rendimiento matemático, sugieren que el vocabulario matemático podría ser un medio para facilitar el aprendizaje de las matemáticas (Lin et al., 2021). Este meta-análisis que incluyó 40 estudios, define al vocabulario matemático como un componente del lenguaje matemático que comienza con el conocimiento de las palabras numéricas, cuantitativas y espaciales que son la base para el dominio de un vocabulario matemático posterior más complejo. En general se han reportado correlaciones positivas significativas entre el vocabulario matemático y el rendimiento matemático. Particularmente encontraron una fuerte asociación entre vocabulario matemático y conocimiento de los números. Estos reportes apoyan la idea de que los niños necesitan de conceptos como por ejemplo *pocos*, *antes* para manipular los números.

Sobre el lenguaje específicamente témporo-espacial, Clark (1971) mostró que existe un aumento significativo en la comprensión de los conceptos *antes* y *después*

entre los 3 a los 5 años de edad. En cierta medida esto implica que la mayoría de los niños utilizan esos conceptos antes de manejar los conceptos de orden numérico con facilidad. Los niños adquieren un conocimiento adecuado de las relaciones de orden entre números a poco tiempo de manejar correctamente la lista de conteo y las operaciones aritméticas básicas (Lyons & Ansari, 2015); es difícil sostener que esto puede influir la adquisición inicial de los términos témporo-espaciales, aunque el hecho de que el conocimiento profundo de esos conceptos se obtiene hacia los 7 años (Blything et al., 2015), hace suponer que pueden existir relaciones recíprocas.

De esta forma, entendemos que nuestros resultados deben interpretarse o bien como debidos a la existencia de un factor común durante el desarrollo o bien como una influencia directa del desarrollo de los conceptos témporo-espaciales sobre las nociones de número y su manipulación simbólica. Es necesario un abordaje a partir de estudios experimentales para establecer con claridad este aspecto. Los resultados obtenidos hacen posible pensar en el diseño de intervenciones que apunten a favorecer la comprensión de estas relaciones. Se aporta evidencia concreta sobre los conceptos témporo-espaciales que resultan relevantes para las habilidades matemáticas en el comienzo de la escolarización, mostrando que conceptos como *después* y *antes* se asocian fuertemente a la adquisición de competencias matemáticas.

Se espera poder desarrollar a futuro una intervención en contextos educativos con un diseño experimental que busque favorecer el desarrollo de las habilidades matemáticas tempranas a partir del lenguaje témporo-espacial y contribuir al conocimiento sobre el tipo de vínculo entre ambas habilidades. El desarrollo de las competencias lingüísticas y matemáticas comienza desde antes de la educación formal e impacta en el desempeño futuro, en este sentido, entendemos que es importante incidir a través de estrategias pedagógicas que apunten directamente a estimular este lenguaje específico en niveles iniciales de educación. La discusión en clase de viñetas o la incorporación de juegos donde los niños tengan que interactuar con sus pares en relación a eventos del pasado y/o del futuro pueden ser estrategias

pedagógicas apropiadas para favorecer las competencias matemáticas tempranas en la etapa inicial (Duncan et al., 2007). En esta línea, la lectura dialógica de cuentos con contenido específico de lenguaje matemático ha resultado una estrategia eficaz para favorecer el lenguaje matemático (Purpura et al., 2016; Purpura et al., 2021) y podría resultar interesante replicar total o parcialmente estos estudios previos en nuestro país.

Por otro lado, la asociación positiva entre el conocimiento de términos témporo-espaciales y la edad en meses de los participantes evaluados en los primeros años de escolarización formal, abre nuevas interrogantes referentes a la relación de las frecuencias de uso de estas palabras en el hogar. Resulta de interés a partir de esta asociación y de los reportes de la literatura previa conocer el nivel socio-económico de las familias y particularmente el nivel educativo de los padres, variables que ya se han encontrado asociadas al rendimiento matemático temprano (DeFlorio & Beliakoff, 2015; Fernald et al., 2013; LeFevre et al., 2009; Valle-Lisboa et al., 2016).

# Capítulo 6

## Conclusiones

En el marco de esta tesis desarrollamos una herramienta válida para la evaluación de conceptos témporo-espaciales en educación inicial en los contextos educativos. La ECTE es la primera herramienta de su tipo disponible en español.

Proporcionamos nueva evidencia sobre las relaciones entre las habilidades matemáticas y el lenguaje temporo-espacial en niños preescolares. El lenguaje temporo-espacial resulta un predictor significativo incluso cuando se controla por vocabulario, edad en meses e inteligencia fluida. El lenguaje temporo-espacial resulta un mejor predictor de las habilidades matemáticas que el vocabulario general. Estos resultados constituyen un primer acercamiento al estudio de las relaciones entre las habilidades matemáticas y el lenguaje témporo-espacial. Los resultados de este estudio van en línea con la evidencia presentada sobre la asociación del lenguaje matemático y las habilidades matemáticas aportando nueva evidencia de que el lenguaje témporo-espacial resulta un buen predictor de las habilidades matemáticas en niños de edad preescolar. Considerando que favorecer las habilidades matemáticas tempranas es fundamental para el éxito académico, este estudio permitirá promover prácticas de enseñanza en educación inicial que vinculen el lenguaje témporo-espacial para la enseñanza de las matemáticas.

# Bibliografía

- Amalric, M. & Dehaene, S. (2016). Origins of the brain networks for advanced mathematics in expert mathematicians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *113*(18), 4909-4917. <https://doi.org/10.1073/pnas.1603205113>
- Barner, D., Chow, K. & Yang, S. (2009). Finding one's meaning: A test of the relation between quantifiers and integers in language development. *Cognitive Psychology*, *58*(2), 195-219. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2008.07.001>
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M. & Frith, U. (1986). Mechanical, behavioural and intentional understanding of picture stories in autistic children. *British Journal of Developmental Psychology*, *4*(2), 113-125. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1986.tb01003.x>
- Blything, L. P., Davies, R. & Cain, K. (2015). Young Children's Comprehension of Temporal Relations in Complex Sentences: The Influence of Memory on Performance. *Child Development*, *86*(6), 1922-1934. <https://doi.org/10.1111/cdev.12412>
- Brannon, E. M. & Van de Walle, G. A. (2001). The development of ordinal numerical competence in young children. *Cognitive Psychology*, *43*(1), 53-81. <https://doi.org/10.1006/cogp.2001.0756>
- Carey, S. & Barner, D. (2019). Ontogenetic origins of human integer representations. *Trends in Cognitive Sciences*, *23*(10), 823-835. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.07.004>

- Clark, E. V. (1971). On the acquisition of the meaning of before and after. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10(3), 266-275. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(71\)80054-3](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(71)80054-3)
- Clements, D. H., Baroody, A. J. & Sarama, J. (2013). Background research on early math deliverable 1 - briefs 1 to 6, 70.
- DeFlorio, L. & Beliakoff, A. (2015). Socioeconomic status and preschoolers' mathematical knowledge: The contribution of home activities and parent beliefs. *Early Education and Development*, 26(3), 319-341. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.968239>
- Dehaene, S. (1992). *Varieties of numerical abilities*. *Cognition*, 44:1-42.
- de Hevia, M. D., Izard, V., Coubart, A., Spelke, E. S. & Streri, A. (2014). Representations of space , time , and number in neonates. *111*(13), 4809-4813. <https://doi.org/10.1073/pnas.1323628111>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H. & Duckworth, K. (2007). School readiness and later achievement, 20.
- Dunn, L. M., Dunn, L. M. & Arribas, D. (2010). *Peabody Test de vocabulario en imágenes: Manual*. Tea Ediciones.
- Fernald, A., Marchman, V. A. & Weisleder, A. (2013). SES differences in language processing skill and vocabulary are evident at 18 months. *Developmental Science*, 16(2), 234-248. <https://doi.org/10.1111/desc.12019>
- Gelman, R. & Butterworth, B. (2005). Number and language: How are they related? *Trends in Cognitive Sciences*, 9(1), 6-10. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.11.004>
- Gelman, R. & Gallistel, C. R. (1986). *The Child's Understanding of Number*. HARVARD UNIVERSITY PRESS.
- Gelman, R. & Gallistel, C. R. (2004). Language and the Origin of Numerical Concepts, 441-443.

- Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L. & Carboni, A. (2021). Cognitive abilities and computational thinking at age 5: Evidence for associations to sequencing and symbolic number comparison. *Computers and Education Open*, 2, 100043. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100043>
- Gilmore, C. & Batchelor, S. (2021). Verbal count sequence knowledge underpins numeral order processing in children. *Acta Psychologica*, 216, 103294. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103294>
- Ginsburg, H., Baroody, A., Nuñez del Río, M. & Lozano Guerra, I. (2007). *TEMA-3. Test de Competencia Matemática Básica*.
- Goffin, C. & Ansari, D. (2016). Beyond magnitude: Judging ordinality of symbolic number is unrelated to magnitude comparison and independently relates to individual differences in arithmetic. *Cognition*, 150, 68-76. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.01.018>
- Gordon, P. (2004). Numerical cognition without words: Evidence from amazonia. *Science*, 306(5695), 496-499. <https://doi.org/10.1126/science.1094492>
- Hassinger-Das, B., Jordan, N. C. & Dyson, N. (2015). Reading stories to learn math: Mathematics vocabulary instruction for children with early numeracy difficulties. *The Elementary School Journal*, 116(2), 242-264. <https://doi.org/10.1086/683986>
- Hauser, M. D., Chomsky, N. & Fitch, W. T. (2002). The faculty of language: what is it, who has it, and how did it evolve? *science*.
- Hermer, L. & Spelke, E. (1996). Modularity and development: The case of spatial reorientation. *Cognition*, 61(3), 195-232. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(96\)00714-7](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(96)00714-7)
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis [Publisher: Springer]. *Psychometrika*, 30(2), 179-185.
- Hornburg, C. B., Schmitt, S. A. & Purpura, D. J. (2018). Relations between preschoolers' mathematical language understanding and specific numeracy skills.



- Journal of Experimental Child Psychology*, 176, 84-100. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.07.005>
- INEEd. (2019). *INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA EDUCACIÓN EN URUGUAY*.
- Jordan, N. C., Glutting, J., Dyson, N., Hassinger-Das, B. & Irwin, C. (2012). Building Kindergartners' Number Sense: A Randomized Controlled Study. *104*(3), 647-660. <https://doi.org/10.1037/a0029018>
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C. & Locuniak, M. N. (2009). Early Math Matters : Kindergarten Number Competence and Later Mathematics Outcomes. *45*(3), 850-867. <https://doi.org/10.1037/a0014939>
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A. & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, *41*(4), 245-255. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>
- Keith, T. Z. (2019, 14 de enero). *Multiple regression and beyond: An introduction to multiple regression and structural equation modeling* (3.<sup>a</sup> ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315162348>
- Langdon, R. & Coltheart, M. (1999). Mentalising, schizotypy, and schizophrenia. *Cognition*, *71*(1), 43-71. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(99\)00018-9](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00018-9)
- La-Paro, K. M. & Pianta, R. C. (2000). Predicting Children ' s Competence in the Early School Years : A Meta-Analytic Review. *70*(4), 443-484.
- Le Corre, M. & Carey, S. (2007). One , two , three , four , nothing more : An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. *105*, 395-438. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.10.005>
- LeFevre, J.-A., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D. & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue ca-*

- nadienne des sciences du comportement*, 41(2), 55-66. <https://doi.org/10.1037/a0014532>
- León, I. G. & Montero, I. (2003). *Métodos de investigación en psicología y educación*. McGraw-Hill Interamericana.
- Libertus, M. E., Feigenson, L. & Halberda, J. (2011). Preschool acuity of the approximate number system correlates with school math ability. *6*, 1292-1300. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01080.x>
- Lin, X., Peng, P. & Zeng, J. (2021). Understanding the relation between mathematics vocabulary and mathematics performance: A meta-analysis. *The Elementary School Journal*, 121(3), 504-540. <https://doi.org/10.1086/712504>
- Lyons, I. M. & Ansari, D. (2015). Foundations of Children ' s Numerical and Mathematical Skills : The Roles of Symbolic and Nonsymbolic Representations of Numerical Magnitude [ISBN: 9780128021781], 48, 93-116.
- Lyons, I. M. & Beilock, S. L. (2011). Numerical ordering ability mediates the relation between number-sense and arithmetic competence [Publisher: Elsevier B.V.]. *Cognition*, 121(2), 256-261. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.07.009>
- Lyons, I. M. & Beilock, S. L. (2013). Ordinality and the nature of symbolic numbers. *The Journal of Neuroscience*, 33(43), 17052-17061. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1775-13.2013>
- Lyons, I. M., Price, G. R., Vaessen, A., Blomert, L. & Ansari, D. (2014). Numerical predictors of arithmetic success in grades 1-6. *Developmental Science*, 17(5), 714-726. <https://doi.org/10.1111/desc.12152>
- Meck, W. H. & Church, R. M. (1983). A Mode Control Model of Counting and Timing Processes. *9*(3), 320-334.
- Núñez, R. & Lakoff, G. (2005). The Cognitive Foundations of Mathematics: The Role of Conceptual Metaphor. *Handbook of mathematical cognition* (pp. 109-124).
- Oviedo, H. C. & Campo-Arias, A. (2005). Metodología de investigación y lectura crítica de estudios. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, (4), 10.

- Park, J. & Brannon, E. M. (2013). Training the Approximate Number System Improves Math Proficiency. <https://doi.org/10.1177/0956797613482944>
- Piaget, J. & Szeminska, A. (1967). *Genesis del Número en el Niño*.
- Purpura, D. J. (2019). Language clearly matters; *Methods* matter too. *Child Development*, 90(6), 1839-1846. <https://doi.org/10.1111/cdev.13327>
- Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M. & Lonigan, C. J. (2011). Journal of Experimental Child Early literacy and early numeracy : The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development [Publisher: Elsevier Inc.]. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110(4), 647-658. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.07.004>
- Purpura, D. J., Litkowski, E. C. & Knopik, V. (2019a). Mathematics and Reading Develop Together in Young Children : Practical and Policy Considerations [ISBN: 2372732218]. <https://doi.org/10.1177/2372732218815923>
- Purpura, D. J., Litkowski, E. C. & Knopik, V. (2019b). Mathematics and reading develop together in young children: Practical and policy considerations. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 6(1), 12-20. <https://doi.org/10.1177/2372732218815923>
- Purpura, D. J. & Logan, J. A. R. (2015). The Nonlinear Relations of the Approximate Number System and Mathematical Language to Early Mathematics Development. *Developmental Psychology, Advance on*(12), 1717-1724. <https://doi.org/10.1037/dev0000055>
- Purpura, D. J. & Napoli, A. R. (2015). Early numeracy and literacy: Untangling the relation between specific components. *Mathematical Thinking and Learning*, 17(2), 197-218. <https://doi.org/10.1080/10986065.2015.1016817>
- Purpura, D. J., Napoli, A. R. & King, Y. (2019). Development of mathematical language in preschool and its role in learning numeracy skills. *Cognitive foundations for improving mathematical learning* (pp. 175-193). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815952-1.00007-4>

- Purpura, D. J., Napoli, A. R., Wehrspann, E. a. & Gold, Z. S. (2016). Causal Connections Between Mathematical Language and Mathematical Knowledge: A Dialogic Reading Intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 5747, 00-00. <https://doi.org/10.1080/19345747.2016.1204639>
- Purpura, D. J. & Reid, E. E. (2016). Mathematics and language: Individual and group differences in mathematical language skills in young children [Publisher: Elsevier Inc.]. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.020>
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A., Napoli, A. R., Dobbs-Oates, J., King, Y. A., Hornburg, C. B., Westerberg, L., Borriello, G. A., Bryant, L. M., Anaya, L. Y., Kung, M., Litkowski, E., Lin, J. & Rolan, E. (2021). Engaging caregivers and children in picture books: A family-implemented mathematical language intervention. *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/edu0000662>
- R Core Team. (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Raven, J. (2005). *Test de Matrices Progresivas: Escala Coloreada; cuaderno*. Paidós.
- Rose, H. & Betts, J. R. (2004). The effect of high school courses on earnings. 86, 497-513.
- Spelke, E. S. (2017). Core Knowledge, Language, and Number [Publisher: Psychology Press]. *Language Learning and Development*, 13(2), 147-170. <https://doi.org/10.1080/15475441.2016.1263572>
- Toll, S. W. & Van Luit, J. E. (2014). Explaining numeracy development in weak performing kindergartners [Publisher: Elsevier Inc. ISBN: 0022-0965]. *Journal of Experimental Child Psychology*, 124(1), 97-111. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.02.001>

- Valle-Lisboa, J., Cabana, Á., Eisinger, R., Mailhos, Á., Luzardo, M., Halberda, J. & Maiche, A. (2016). Cognitive abilities that mediate SES's effect on elementary mathematics learning: The uruguayan tablet-based intervention. *PROSPECTS*, 46(2), 301-315. <https://doi.org/10.1007/s11125-017-9392-y>
- Wechsler, D. & Castillo, O. (2006). *Test de inteligencia para niños WISC-III: manual*. Paidós.
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, (358), 749-750. <https://doi.org/10.1038/358749a0>
- Zhang, M. & Hudson, J. A. (2018). The development of temporal concepts: Linguistic factors and cognitive processes. *Frontiers in Psychology*, 9, 2451. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02451>

# APÉNDICES

# Apéndice A

## Supuestos de los modelos de regresión lineal múltiple

### A.1. Modelo 1

$lm(formula = ZTEMA3.PD \ ZECTE.PD + ZPeabody.PD + ZRAVEN.PD + ZEdad.meses, data = data)$

#### A.1.0.1. No colinealidad

**Tabla A.1:** *Factor de Inflación de la Varianza (VIF) de cada predictor*

ZECTE.PD	ZPeabody.PD	ZRaven.PD	ZEdad.MESES
1.220751	1.339971	1.256403	1.247210

(ver [A.1: D](#))

#### A.1.0.2. Normalidad de residuos: Test Shapiro-Wilk

data: res W = 0.9856, p = 0.5846

(ver [A.1: A](#))

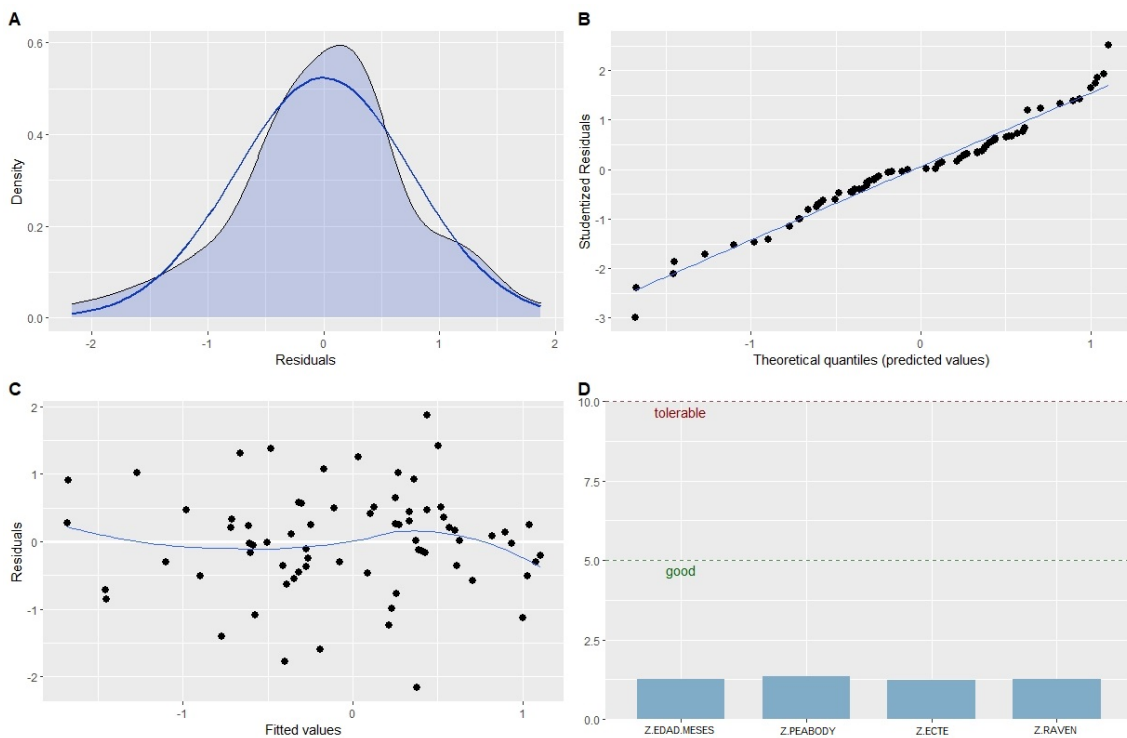
### A.1.0.3. Independencia de residuos

```
> durbinWatsonTest(res) [1] 2.052968
```

### A.1.0.4. Homocedasticidad

studentized Breusch-Pagan test data: lm0 BP = 0.34799, df = 4, p = 0.98

**Figura A.1:** (A) Normalidad de los residuos; (B) QQplot para el modelo 1 (C) Homocedasticidad (D) Multicolinealidad





## A.2. Modelo 2

```
lm(formula = ZTEMA3.PD ZECTE.PPonderado + ZPeabody.PD +  
ZRAVEN.PD + ZEdad.meses, data)
```

### A.2.0.1. No colinealidad

**Tabla A.2:** *Factor de Inflación de la Varianza (VIF) de cada predictor*

ZECTE.PPonderado	ZPeabody.PD	ZRaven.PD	ZEdad.MESES
1.193819	1.316893	1.256606	1.249218

(ver [A.2: D](#))

### A.2.0.2. Normalidad de residuos: Test Shapiro-Wilk

data: res W = 0.98525, p-value = 0.5637

(ver [A.2: A](#))

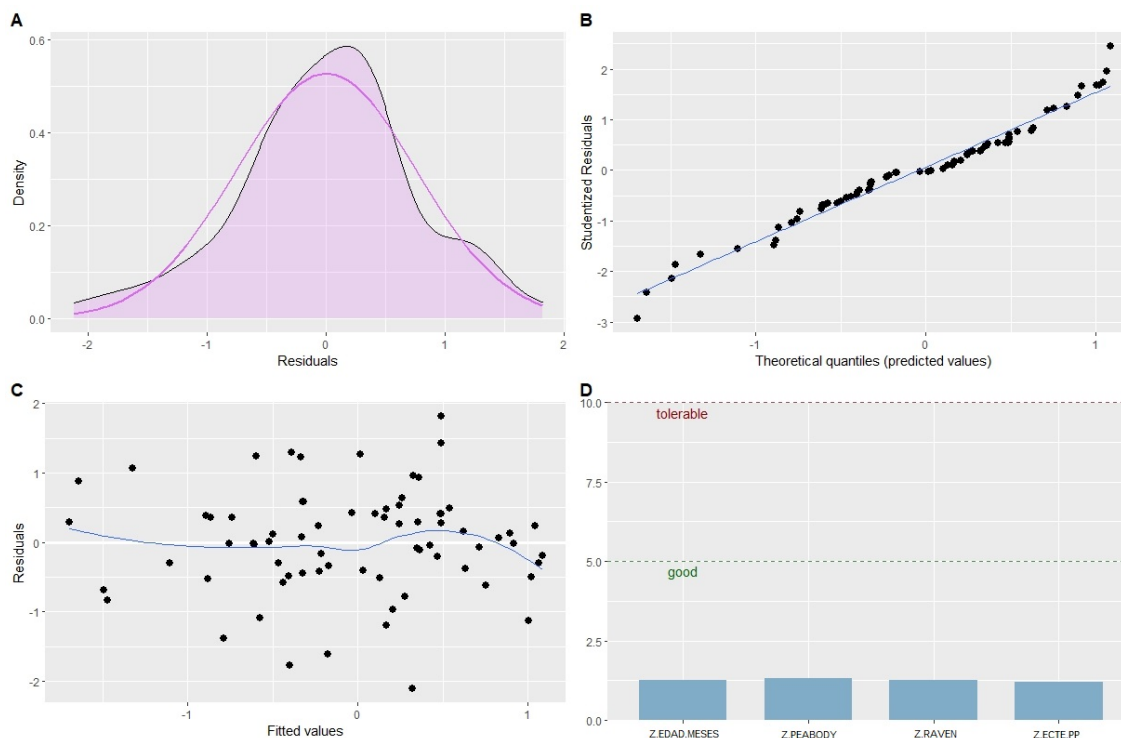
### A.2.0.3. Independencia de residuos

```
> durbinWatsonTest(res) [1] 2.077734
```

### A.2.0.4. Homocedasticidad

studentized Breusch-Pagan test data: lm2 BP = 0.33472, df = 4, p-value = 0.9875

**Figura A.2:** (A) Normalidad de los residuos; (B) QQplot para el modelo 2 (C) Homocedasticidad (D) Multicolinealidad



### A.3. Modelo 3

$lm(formula = ZTEMA3.PD.informal \ ZECTE.PPonderado + ZPeabody.PD + ZRAVEN.PD + ZEdad.meses, data)$

#### A.3.0.1. No colinealidad

**Tabla A.3:** Factor de Inflación de la Varianza (VIF) de cada predictor

ZECTE.PPonderado	ZPeabody.PD	ZRaven.PD	ZEdad.MESES
1.193819	1.316893	1.256606	1.249218

(ver A.3: D)

#### A.3.0.2. Normalidad de residuos: Test Shapiro-Wilk

data: res W = 0.9829, p-value = 0.4357 (ver A.3: A)

### A.3.0.3. Independencia de residuos

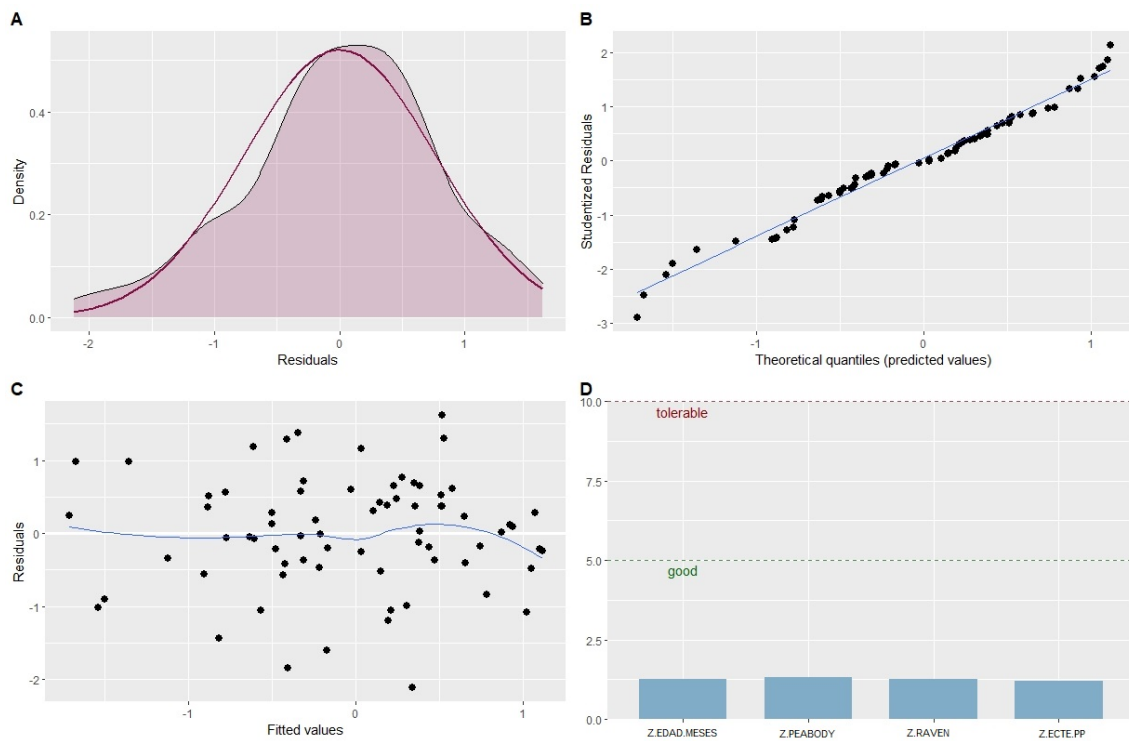
```
> durbinWatsonTest(res) [1] 2.116899
```

### A.3.0.4. Homocedasticidad

studentized Breusch-Pagan test

BP = 1.0239, df = 4, p-value = 0.9062

**Figura A.3:** (A) Normalidad de los residuos; (B) QQplot para el modelo 3 (C) Homocedasticidad (D) Multicolinealidad



# ANEXOS

# Anexo 1

## ECTE

Registro Ley N° 9.739 - Libro 39 / 495

Fitipalde, D., Maiche, A. & Valle-Lisboa, J.C. (2020). Evaluación de conceptos temporales y espaciales: ECTE.

Ilustraciones: Denisse Torena



Guía de aplicación y corrección

ECTE

*Evaluación de Conceptos Temporales y  
Espaciales*

D. Fitipalde

A. Maiche

J.C. Valle-Lisboa

# Índice general

<b>1. Evaluación con ECTE</b>	<b>2</b>
1.0.1. Materiales . . . . .	2
1.0.2. Administración . . . . .	2
<b>2. Consignas</b>	<b>3</b>
2.1. Secuencia I . . . . .	3
2.2. Secuencia II . . . . .	5
2.3. Secuencia III . . . . .	7
2.4. Secuencia IV . . . . .	9
2.5. Secuencia IV . . . . .	11
2.6. Secuencia VI . . . . .	13
<b>3. Puntuación</b>	<b>15</b>
3.1. Registro de respuestas . . . . .	15
3.2. Cálculo de la puntuación directa . . . . .	15



# Evaluación con ECTE

## 1.0.1. Materiales

- Guía de aplicación y puntuación
- Hoja de registro
- Secuencias: 18 tarjetas de material PVC cintra

## 1.0.2. Administración

La herramienta compuesta por seis secuencias de tres imágenes cada una (18 tarjetas) evalúa los conceptos: *orden*, *antes*, *después*, *primero*, *último*. La administración debe realizarse siguiendo las consignas presentadas en la guía sin modificaciones y procurando no incorporar palabras por fuera de la guía durante la aplicación. Es importante que la administración se realice en un entorno tranquilo y privado.

El ECTE es de aplicación individual. No cuenta con criterio de corte, no se detiene la aplicación por ítem incorrectos. En caso que el evaluado prefiera no responder la consigna de un ítem se deberá registrar la información en el apartado destinado a comentarios.

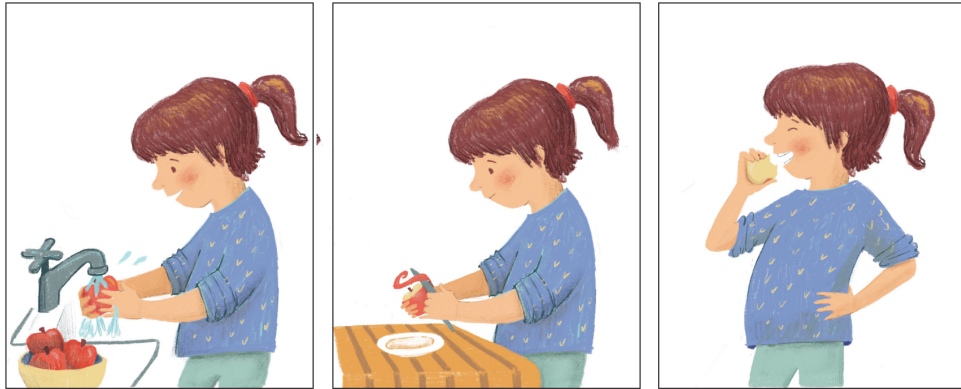
### Tiempo de administración

Si bien ECTE es una evaluación sin límite de tiempo, se prevé una duración estimada de entre 25 minutos para el total de la evaluación. Es importante dar tiempo a que el evaluado seleccione la opción que considere correcta, sin embargo, se debe animar a responder el ítem luego de pasados los 30 segundos.

# Consignas

## 2.1. Secuencia I

Figura 2.1: Secuencia I: *Julieta*



### Presentación

Orden de presentación: 2 - 1 - 3

*Vamos a jugar a ordenar. Estas imágenes muestran algunas cosas que hizo Julieta, pero están desordenadas, necesitamos tu ayuda para ordenarlas y saber que hizo primero y qué hizo por último.*

*Vamos a ver qué está haciendo Julieta en cada una:*

- (2) *Acá Julieta está pelando una manzana...*
- (1) *... acá está lavando la manzana...*

- (3) ...y acá está comiendo la manzana.

### **Ítem 01 Orden**

*Ahora te voy a pedir que las ordenes.*

Si la respuesta es correcta (1 - 2 - 3) pasar al ítem 02.

Si la respuesta es *incorrecta*: Disponer las imágenes en el orden correcto (1-2-3), señalando de a una a la vez indicando: *Mira como lo hago yo. Primero Julieta lava la manzana, luego pela la manzana y por último come la manzana*

Entregar nuevamente en el orden de presentación indicando: *Ahora te toca a vos ordenar las imágenes*

Si en el segundo intento el niño falla: ordenar correctamente nuevamente y pasar directamente al ítem 02

Alentar diciendo por ejemplo: *¡Muy bien!, ¡Lo estás haciendo muy bien!*

### **Ítem 02 Primero**

*Entonces, ¿qué hizo Julieta primero?*

### **Ítem 03 Último**

*y... ¿qué hizo Julieta por último?*

### **Ítem 04 Antes**

*Ahora podrías decirme ¿Qué hizo Julieta antes de pelar la manzana?*

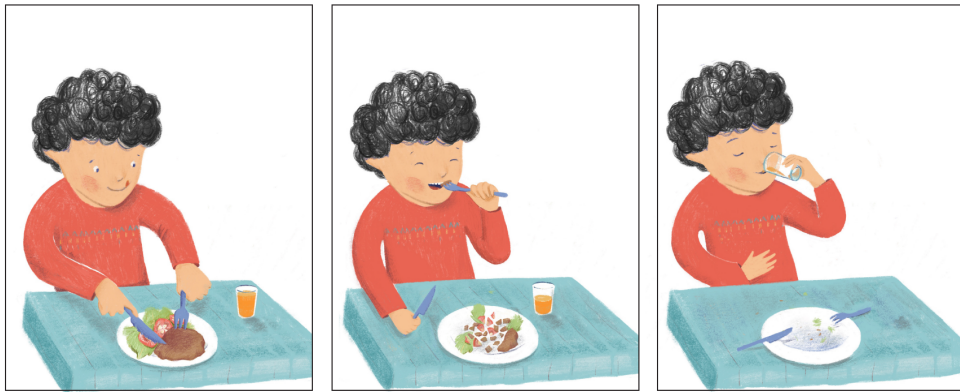
### **Ítem 05 Después**

*y... ¿Qué hizo después de pelar la manzana?*

Alentar diciendo por ejemplo: *Lo hiciste muy bien!*

## 2.2. Secuencia II

Figura 2.2: Secuencia II: *Manuel*



### Presentación

Orden de presentación: 3 - 2 - 1

*Ahora vamos a seguir jugando a ordenar, esta vez con algunas imágenes de Manuel.*

*Vamos a ver qué está haciendo Manuel en cada una:*

- (3) *Acá está tomando el jugo.*
- (2) *Acá está comiendo la carne,*
- (1) *Acá está cortando la carne.*

### Ítem 06 *Orden*

*Queremos saber qué hizo primero y qué hizo por último, al final. Te voy a pedir que me ayudes a ordenar como hicimos con Julieta.*

Si la respuesta es correcta (1 - 2 - 3) pasar al ítem 07.

Si la respuesta es *incorrecta* disponer las tarjetas en el orden correcto (1-2-3), señalando de a una a la vez indicando: *Mira cómo lo hago yo, primero Manuel corta la carne, luego come y por último toma agua.*

*Ahora te toca a vos ordenar las imágenes*

**Ítem 07 *Primero***

*Entonces, ¿qué hizo Manuel primero?*

**Ítem 08 *Último***

*y... ¿qué hizo Manuel por último?*

**Ítem 09 *Después***

*Ahora podrías decirme: ¿qué hizo Manuel después de comer?*

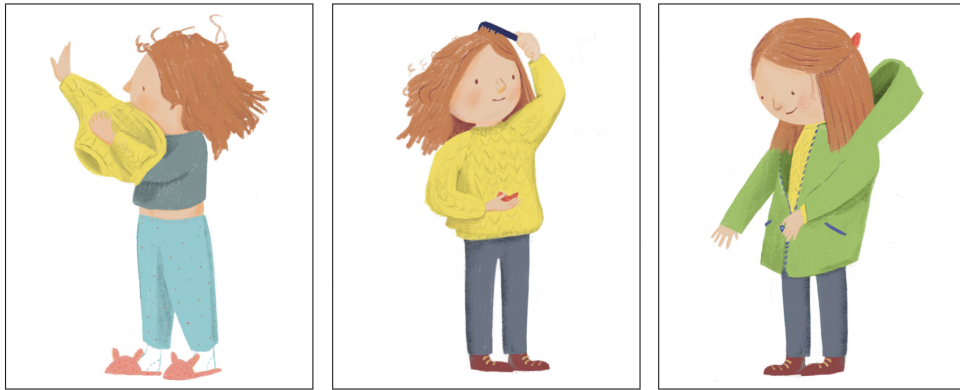
**Ítem 10 *Antes***

*y... ¿qué hizo Manuel antes de comer?*

alentar diciendo: *¡Lo hiciste muy bien!*

## 2.3. Secuencia III

Figura 2.3: Secuencia III: *María*



### Presentación

Orden de presentación: 1 - 3 - 2

*Bueno, ya sabes cómo es el juego, vamos a seguir, pero con las cosas que hizo María.*

- (1) *Acá María está poniéndose el buzo,*
- (3) *Acá María está cerrando la campera,*
- (2) *y... acá se está peinando.*

### Ítem 11 *Orden*

*Ahora te voy a pedir que las ordenes.*

Si la respuesta es correcta (1 - 2 - 3) pasar al ítem 12.

Si la respuesta es *incorrecta* disponer las tarjetas en el orden correcto (1-2-3), señalando de a una a la vez indicando: *Mira cómo lo hago yo, primero María se pone el buzo, luego se*

*peina y por último se pone la campera*

*Ahora te toca a vos ordenar las imágenes*

*¡Muy bien!, ¡Lo estás haciendo muy bien!*

### **Ítem 12 *Primero***

*Entonces, ¿qué hizo María primero*

### **Ítem 13 *Último***

*y... ¿qué hizo María por último?*

### **Ítem 14 *Antes***

*Ahora podrías decirme ¿Qué hizo María antes de peinarse?*

### **Ítem 15 *Después***

*y... ¿Qué hizo después de peinarse?*

En cualquier caso, alentar diciendo, por ejemplo: *¡Lo hiciste muy bien!*

## 2.4. Secuencia IV

Figura 2.4: Secuencia IV: *Benjamín*



Orden de presentación 3 - 2 - 1

### Presentación

*Vamos a seguir jugando, pero con las cosas que hizo Benjamín. Mira:*

- (3) *Acá Benjamín está jugando con los autitos y el túnel*
- (2) *Acá está construyendo un túnel con los bloques/legos*
- (1) *Y acá... está tirando los juguetes en la alfombra.*

### Ítem 16 *Orden*

*Ahora te voy a pedir que las ordenes*

Si la respuesta es correcta (1 - 2 - 3) pasar al ítem 17.

Si la respuesta es *incorrecta* disponer las tarjetas en el orden correcto (1-2-3), señalando de a una a la vez indicando: *Mira cómo lo hago yo. Primero Benjamín tiró los juguetes en la alfombra, luego armó un túnel y por último pasa los autitos por el túnel.*



*Ahora te toca a vos ordenar las imágenes.*

*¡Muy bien!, ¡Lo estás haciendo muy bien!*

**Ítem 17 *Primero***

*Entonces, ¿qué hizo Benjamín primero?*

**Ítem 18 *Último***

*y... ¿qué hizo Benja por último?*

**Ítem 19 *Después***

*Ahora podrías decirme ¿Qué hizo Benjamín después armar el túnel?*

**Ítem 20 *Antes***

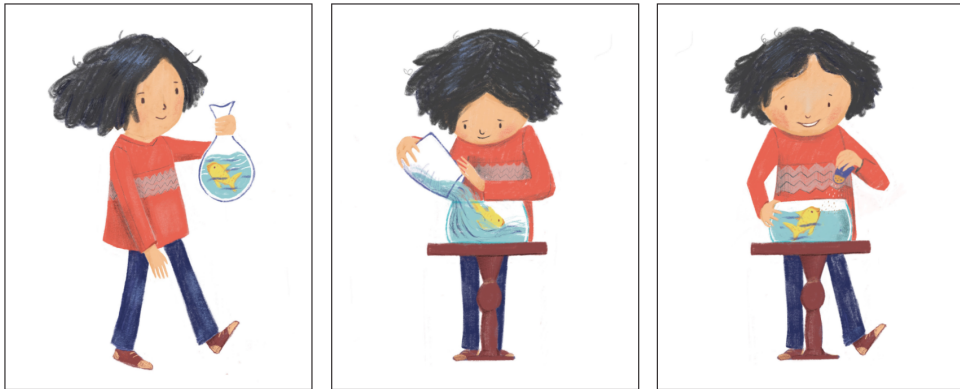
*y... ¿Qué hizo antes armar el túnel?*

En cualquier caso, alentar diciendo, por ej.:

*Lo hiciste muy bien!*

## 2.5. Secuencia IV

Figura 2.5: Secuencia IV: Ana



Orden de presentación 2 - 1 - 3

*Vamos a seguir jugando, pero con las cosas que hizo Ana.*

- (2) *Acá Ana está poniendo el pez en la pecera*
- (1) *Acá está llegando con el pez en la bolsa*
- (3) *Acá está alimentando al pez.*

### Ítem 21 *Orden*

*Ahora te voy a pedir que las ordenes.*

Si la respuesta es correcta (1 - 2 - 3) pasar al ítem 22.

Si la respuesta es *incorrecta* disponer las tarjetas en el orden correcto (1-2-3), señalando de a una a la vez indicando: *Mira cómo lo hago yo. Primero Ana llega con el pez en la bolsa, luego pone el pez en la pecera y por último le da comida al pez que está en la pecera.*

*Ahora te toca a vos ordenar las imágenes.*

*¡Muy bien!, ¡Lo estás haciendo muy bien!*

**Ítem 22 *Primero***

*Entonces, ¿qué hizo Ana primero?*

**Ítem 23 *Último***

*y... ¿qué hizo Ana por último?*

**Ítem 24 *Antes***

*Ahora podrías decirme ¿Qué hizo Ana antes de poner el pez en la pecera?*

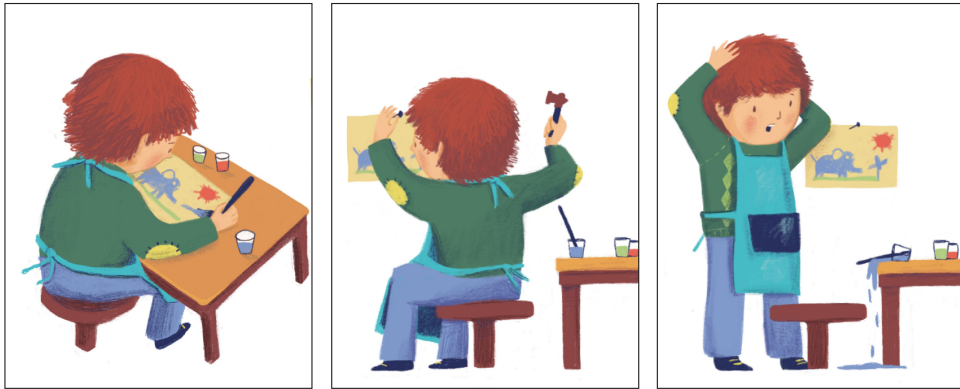
**Ítem 25 *Después***

*y... ¿Qué hizo después de poner el pez en la pecera?*

*¡Lo hiciste muy bien!*

## 2.6. Secuencia VI

Figura 2.6: Secuencia VI: LAUTARO



Orden de presentación 2 - 3 - 1

*Vamos a seguir jugando, pero con las cosas que hizo Lautaro, cada una de estas imágenes muestran algunas cosas que hizo Lautaro, vamos a ver qué está haciendo en cada una:*

- (2) Acá Lautaro está colgando el dibujo
- (3) Acá está asombrado, tiró la pintura
- (1) Acá está dibujando, pintando.

### Ítem 26 Orden

*Ahora te voy a pedir que las ordenes*

Si la respuesta es correcta (1 - 2 - 3) pasar al ítem 27.

Si la respuesta es *incorrecta* disponer las tarjetas en el orden correcto (1-2-3), señalando de a una a la vez indicando: *Mira cómo lo hago yo. Primero Lautaro está pintando, luego cuelga su dibujo en la pared y por último tiró la pintura.*

*Ahora te toca a vos ordenar las imágenes.*

*¡Muy bien!, ¡Lo estás haciendo muy bien!*

**Ítem 27 *Primero***

*Entonces, ¿qué hizo Lautaro primero?*

**Ítem 28 *Último***

*y... ¿qué hizo Lautaro por último?*

**Ítem 29 *Después***

*Ahora podrías decirme, ¿Qué hizo Lautaro después de colgar el dibujo en la pared?*

**Ítem 30 *Antes***

*y... ¿Qué hizo antes de colgar el dibujo en la pared?*

*¡Lo hiciste muy bien!*

# Puntuación

## 3.1. Registro de respuestas

Se dispone de una *hoja de registro* para la anotación de respuestas en la evaluación individual con material concreto del ECTE.

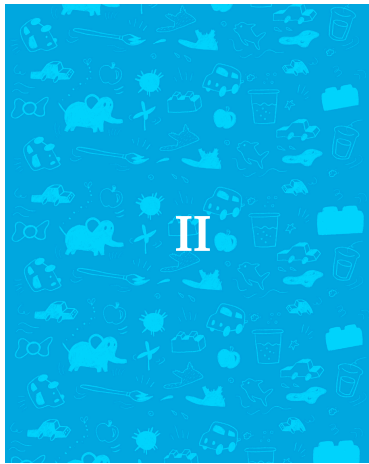
Se debe registrar la opción elegida por el niño para cada ítem. El apartado *Comentarios* se destina al registro de todo lo que se considere un insumo para la evaluación cualitativa y el entendimiento de las respuestas seleccionadas.

## 3.2. Cálculo de la puntuación directa

La puntuación directa se determina sumando los puntajes obtenidos para cada uno de los ítems en el total de las series.

Cada ítem con respuesta correcta puntúa 1 punto y cada ítem con respuesta incorrecta 0 puntos. El puntaje total máximo es 30.

Para todos los casos el orden correcto en cada serie es 1, 2, 3.







# ECTE

## EVALUACIÓN DE CONCEPTOS TEMPORALES Y ESPACIALES

### Datos de identificación

Nombre - Código ID:

Edad:

Centro - clase:

Evaluador:

Fecha de evaluación:

### 01 - ORDEN

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

I 1: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1

I 2: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1

### 02 - PRIMERO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

### 03 - ÚLTIMO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

### 04 - ANTES

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

### 05 - DESPUÉS

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

Comentarios:

PUNTUACIÓN  
DIRECTA

# ECTE

## EVALUACIÓN DE CONCEPTOS TEMPORALES Y ESPACIALES

Código ID:

### 06 - ORDEN

PUNTUACIÓN

RESPUESTA I 1: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1  
I 2: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1

### 07 - PRIMERO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

### 08 - ÚLTIMO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

### 09 - DESPUÉS

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

### 10 - ANTES

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

Comentarios:

PUNTUACIÓN  
DIRECTA

# ECTE

## EVALUACIÓN DE CONCEPTOS TEMPORALES Y ESPACIALES

Código ID:

### 11 - ORDEN

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

I 1: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1

I 2: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1

### 12 - PRIMERO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

### 13 - ÚLTIMO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

### 14 - ANTES

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

### 15 - DESPUÉS

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

Comentarios:

PUNTUACIÓN  
DIRECTA

# ECTE

## EVALUACIÓN DE CONCEPTOS TEMPORALES Y ESPACIALES

Código ID:

### 16 - ORDEN

PUNTUACIÓN

RESPUESTA I 1: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1  
I 2: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1

### 17 - PRIMERO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

### 18 - ÚLTIMO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

### 19 - DESPUÉS

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

### 20 - ANTES

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

Comentarios:

PUNTUACIÓN  
DIRECTA

# ECTE

## EVALUACIÓN DE CONCEPTOS TEMPORALES Y ESPACIALES

Código ID:

### 21 - ORDEN

PUNTUACIÓN

RESPUESTA | 1: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1  
| 2: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1

### 22 - PRIMERO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

### 23 - ÚLTIMO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

### 24 - ANTES

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

### 25 - DESPUÉS

PUNTUACIÓN

RESPUESTA 1 - 2 - 3

Comentarios:

PUNTUACIÓN  
DIRECTA

# ECTE

## EVALUACIÓN DE CONCEPTOS TEMPORALES Y ESPACIALES

Código ID:

### 26 - ORDEN

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

I 1: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1

I 2: 1.2.3 / 1.3.2 / 2.1.3 / 2.3.1 / 3.1.2 / 3.2.1

### 27 - PRIMERO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

### 28 - ÚLTIMO

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

### 29 - DESPUÉS

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

### 30 - ANTES

PUNTUACIÓN

RESPUESTA

1 - 2 - 3

Comentarios:

PUNTUACIÓN

DIRECTA

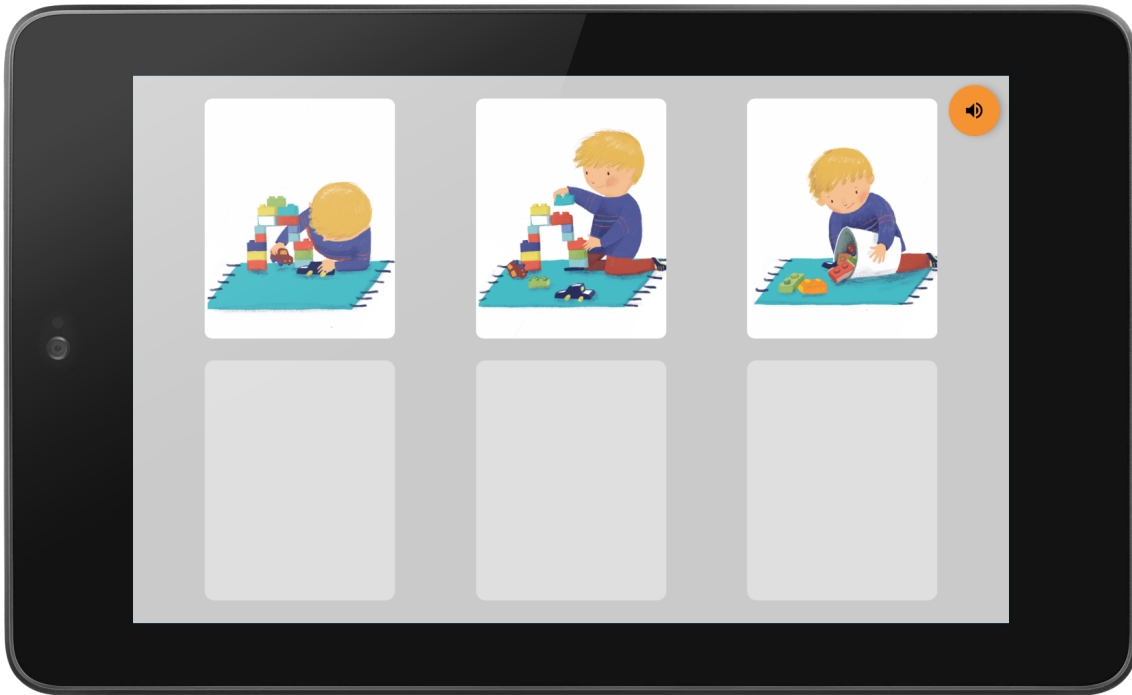
## Anexo 2

# ECTE: Aplicación para sistemas operativos Android

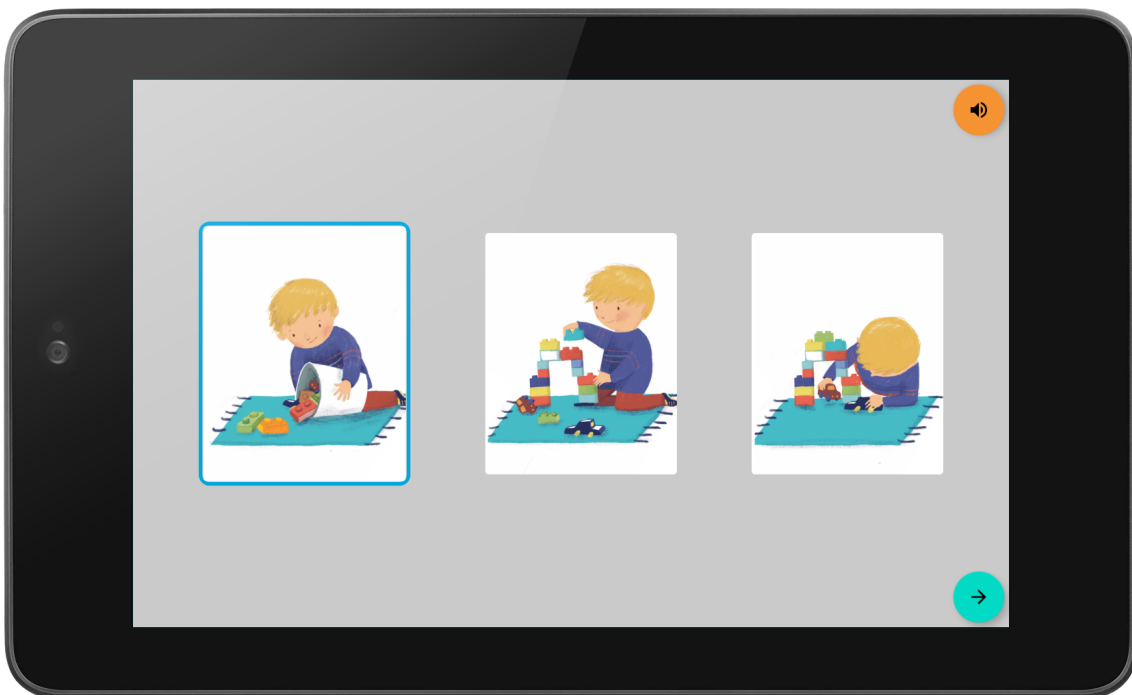
Figura 2.1: *Pantalla de inicio*



**Figura 2.2:** Ejemplo de tarea de orden de secuencia



**Figura 2.3:** Ejemplo de pantalla con selección de una de las imágenes para reponder a tareas de primero, último, antes, después





## Anexo 3

# Aval del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad de la República


Montevideo, 28 de febrero de 2019


Ref.: Exp. 191175-000247-19

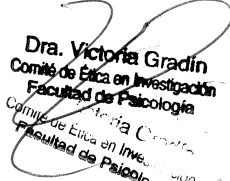
En el día de la fecha se reúne el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad de la República, a los efectos de expedirse respecto al proyecto de investigación: "**El papel de la formación de conceptos temporales y espaciales en la adquisición de las competencias matemáticas**", a cargo de la Lic. Dahiana Fitipalde.

Dicho proyecto CUMPLE CON LOS CRITERIOS ÉTICOS para la protección de los seres humanos que participan como sujetos en procesos de investigación, por lo que este Comité de Ética en Investigación OTORGA EL AVAL para su ejecución.

Pase a notificación de la Lic. Dahiana Fitipalde. (responsable del proyecto).

  
Mag. María Pilar Bacci  
Comité de Ética en Investigación  
Facultad de Psicología

  
Mag. Raquel Galeotti  
Comité de Ética en Investigación  
Facultad de Psicología

  
Dra. Victoria Gradín  
Comité de Ética en Investigación  
Facultad de Psicología  
Comité de Ética en Investigación  
Facultad de Psicología