UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
Doctorado en Psicología

MODELO EXPLICATIVO DE CARÁCTER LONGITUDINAL DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO FORMAL: PREDICTORES DE DOMINIO GENERAL Y ESPECÍFICOS, LA ANSIEDAD MATEMÁTICA Y VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS.

Tesis para optar al grado académico de doctora en psicología

POR: Tatiana Mazuera Velásquez
Profesor Guía: Gamal Abdel Cerda Etchepare
Profesor Co-guía: Claudia Paz Pérez Salas

Agosto, 2025
Concepción, Chile

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, por ser siempre un ejemplo de perseverancia y dedicación. Gracias por enseñarme a nunca rendirme y por impulsarme continuamente a seguir creciendo, tanto en el ámbito académico como profesional. Su amor, apoyo y enseñanzas han sido pilares fundamentales en mi formación.

A mi esposo, gracias por tu apoyo incondicional en cada etapa del desarrollo de esta tesis. Tu paciencia, comprensión y aliento constante hicieron posible que pudiera seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

A mi hijo, quiero pedirte perdón por el tiempo que el doctorado y el desarrollo de esta tesis ocuparon, restando momentos que hubiera querido compartir contigo. Este logro es para ti.

A mi profesor guía, Gamal Cerda, le agradezco sinceramente por su paciencia, por su compromiso constante y, especialmente, por animarme a continuar incluso cuando todo se veía cuesta arriba. Su apoyo fue clave para no abandonar este camino.

A mi Co-guía, Claudia Paz Pérez, gracias por brindarme su orientación y apoyo en aspectos fundamentales de esta tesis. Su disposición y conocimientos fueron esenciales para avanzar en momentos decisivos del proceso.

A mis compañeros y amigos, gracias por estar siempre presentes, por escucharme en cada momento en que sentía que no podía seguir, y por animarme constantemente a continuar. Su compañía y palabras de aliento marcaron una diferencia importante en este recorrido.

Por último, agradezco al Proyecto FONDECYT Regular N° 1230363 por el financiamiento otorgado, el cual fue fundamental para el desarrollo de esta tesis doctoral. Asimismo, extiendo mi agradecimiento a los asistentes de investigación que, gracias a este fondo, participaron activamente en la evaluación de la muestra durante el seguimiento longitudinal.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

El pensamiento matemático formal es fundamental para el éxito académico, laboral y social. Este puede ser explicado a partir de componentes cognitivos, afectivos y de variables sociodemográficas presentes desde el inicio de la educación formal. El objetivo de este estudio fue evaluar un modelo explicativo de carácter longitudinal sobre el rol de diversos predictores: de dominio general (memoria de trabajo verbal y visoespacial, control inhibitorio cognitivo, cambio atencional e inteligencia fluida), de dominio específico (como la comparación simbólica y no simbólica, el conteo y la estimación numérica) y del dominio afectivo (como la ansiedad matemática), en relación con el desarrollo del pensamiento matemático formal en estudiantes desde primero hasta segundo año de educación básica. Asimismo, se analizaron sus posibles efectos directos o mediadores y si estas relaciones se modifican al controlar por el género y la dependencia administrativa de los participantes.

El diseño de este estudio fue longitudinal, con una muestra probabilística y por conveniencia, compuesta por 154 niños y niñas de tres establecimientos educacionales de la Región Metropolitana. Para el análisis de los datos, se desarrollaron tres modelos de interacción compleja: mediación moderada, mediación serial múltiple y regresiones lineales múltiples, aplicados al inicio de primero básico y al finalizar segundo básico.

Los resultados indican que la memoria de trabajo verbal está parcialmente mediada por la comparación simbólica al finalizar segundo básico, y que esta relación se ve moderada por niveles medios y altos de ansiedad matemática. En el segundo análisis, se encontró que la dependencia administrativa, como medida proximal del nivel socioeconómico, fue mediada de manera serial por la ansiedad matemática y la memoria de trabajo en ambos momentos de medición. El género, considerado como covariable, no influyó en esta relación.

En cuanto a las regresiones lineales múltiples, durante el primer año, la memoria de trabajo verbal fue la variable con mayor poder explicativo del pensamiento matemático formal, seguida por la inteligencia fluida, el conteo, la memoria de trabajo visoespacial y el cambio atencional. Un año después, la memoria de trabajo verbal continuó siendo la variable que explicó la mayor parte de la varianza, seguida esta vez por la inteligencia fluida, el conteo y la estimación numérica. Finalmente, se discuten los hallazgos, proyecciones e implicancias prácticas en torno al desarrollo del pensamiento matemático formal.

Palabras Clave: *cognición, matemáticas, predictores cognitivos, ansiedad matemática, estatus social, estudiante de primaria.*

ABSTRACT

Formal mathematical thinking is essential for academic, professional, and social success. It can be explained by cognitive and affective components, as well as sociodemographic variables present at the onset of formal education. The objective of this study was to evaluate a longitudinal explanatory model concerning the role of general-domain predictors (verbal and visuospatial working memory, cognitive inhibitory control, attentional shifting, and fluid intelligence), specific-domain predictors (such as symbolic and non-symbolic comparison, counting, and numerical estimation), and affective-domain variables (such as math anxiety) in the development of formal mathematical thinking in students from first to second grade. The study also examined possible direct and mediating effects, and whether these relationships are modified when controlling for gender and administrative school dependency.

This study employed a longitudinal design with a probabilistic and convenience sample of 154 boys and girls from three schools in the Metropolitan Region. To analyze the data, three models of complex interaction were developed: moderated mediation, multiple serial mediation, and multiple linear regressions, conducted at the beginning of first grade and at the end of second grade.

The results indicate that verbal working memory was partially mediated by symbolic comparison at the end of second grade, and this relationship was moderated by medium and high levels of math anxiety. In the second analysis, administrative dependency, as a proximal indicator of socioeconomic status, was serially mediated by math anxiety and working memory at both time points. Gender, included as a covariate, did not influence this relationship.

Regarding the multiple linear regressions, in the first year, verbal working memory was the strongest predictor of formal mathematical thinking, followed by fluid intelligence, counting, visuospatial working memory, and attentional shifting. One year later, verbal working memory remained the most significant predictor, followed by fluid intelligence, counting, and numerical estimation. Finally, the findings, projections, and practices implications for the development of formal mathematical thinking are discussed.

Keywords: *Cognition, mathematics, cognitive predictors, anxiety mathematics, social status, elementary school student*

INTRODUCCCIÓN

El pensamiento matemático es fundamental en la vida cotidiana, presente en actividades tan comunes como la comprensión del tiempo, el manejo de fechas, la conversión de monedas o las transacciones financieras. Por ello, su desarrollo es crucial en la vida adulta, ya que influye significativamente en el éxito personal, laboral y social (Ancker & Kaufman, 2007; Knops, 2017). Dentro de esta competencia fundamental del individuo el pensamiento matemático formal que se adquiere durante toda la trayectoria escolar cobra particular relevancia en el rendimiento académico, y se entiende como la habilidad para resolver problemas usando símbolos y signos que permitan comprender el entorno (Casabuena, 2017). Dada su importancia, diversas investigaciones han buscado identificar los componentes cognitivos implicados en su adquisición y consolidación, considerando que estos podrían desempeñar un papel clave en la adquisición del pensamiento matemático formal (Aragón et al., 2015; Miñano & Castejón, 2011).

Si bien numerosos estudios se han centrado en las funciones cognitivas como variables explicativas del pensamiento matemático formal, estas han sido ampliamente reconocidas como predictores de dominio general (Cerda et al., 2021; Passolunghi et al., 2015). En este estudio, se analizaron específicamente la memoria de trabajo verbal y visoespacial, el cambio atencional y el control inhibitorio, tanto a nivel comportamental como cognitivo, a partir de diferentes modelos de interacción compleja que han destacado su relevancia en el desarrollo del pensamiento matemático durante los primeros años de educación formal (por ejemplo: Bernal-Ruiz, et al., 2022; Bernal-Ruiz et al., 2023; Castro et al., 2017). Asimismo, se ha destacado el papel de los predictores de dominio específico, como la comparación simbólica y no simbólica, el conteo y la estimación numérica (por ejemplo: Aragón et al., 2016; Aragón et al., 2023).

No obstante, la influencia de los predictores de dominio general y específico en el desarrollo del pensamiento matemático formal aún no es concluyente. Algunos estudios no han encontrado una relación directa y consistente entre todos los predictores indicados en la literatura científica y el rendimiento matemático en la educación primaria, ya que su relevancia varía a medida que los niños adquieren matemáticas más avanzadas (Decker & Roberts, 2015). Además, se ha sugerido que ciertas variables, como la memoria de trabajo y la comparación simbólica, podrían influir en el pensamiento matemático de manera indirecta o desempeñar un papel mediador en su desarrollo (Caviola et al., 2020; Price & Fuchs, 2016; Qi et al., 2024). Por ello, es fundamental continuar investigando su impacto y comprender con mayor precisión el rol que cumple cada predictor a medida que los niños avanzan desde primero a segundo básico.

La literatura científica, también ha reconocido la influencia de factores afectivos, como la ansiedad matemática, que implican reacciones de temor hacia contenidos y tareas en ésta área (Agüero et al., 2017). Esta variable desempeña un rol relevante en el pensamiento matemático formal desde los primeros años de escolaridad (Cargnelutti et al., 2017; Passolunghi et al., 2019). Sin embargo, en el contexto educativo, la relación entre ansiedad y desempeño matemático suele ser subestimada, ya que el enfoque predominante se centra en el currículo y la enseñanza de contenidos, sin considerar esta variable afectiva como un factor a evaluar o intervenir (Ávila-Toscano et al., 2020). A pesar de la evidencia que muestra que la ansiedad se relaciona negativamente con las habilidades matemáticas (Dowker, 2019; Mammarella et al., 2019), su papel específico aún no es del todo claro. En algunos casos, se la ha considerado como una variable moduladora del pensamiento matemático o como un mediador entre este y otros componentes cognitivos (Cuder et al., 2023; Passolunghi et al., 2016; Pellizzoni et al., 2022).

Por otro lado, diversas investigaciones han destacado la influencia de variables sociodemográficas, como el nivel socioeconómico (NSE) y el género, en la adquisición del pensamiento matemático formal (Amalina & Vidákovich, 2023; Blums et al., 2017). En relación con el NSE, se ha documentado una asociación negativa entre esta variable y el rendimiento en matemáticas (Guzmán et al., 2021). No obstante, algunos estudios no han encontrado evidencia concluyente de que el NSE afecte directamente las habilidades numéricas, lo que sugiere que podrían intervenir otros factores contextuales en dicha relación. De hecho, algunos autores proponen que la relación del NSE y las habilidades matemáticas podría no ser directa, ya que ciertos factores cognitivos actuarían como mediadores en el desarrollo del pensamiento matemático formal (Casey et al., 2011; Hakimzadeh et al., 2017).

En cuanto al género, si bien se ha utilizado para explicar la variabilidad en el rendimiento matemático y se han observado brechas entre niños y niñas, la evidencia aún no es concluyente, particularmente en los primeros años de la educación formal (Mazuera-Velásquez et al., 2025). De modo similar, algunos autores han analizado las diferencias según el género en los predictores de dominio general y específicos (Aragón & Navarro et al., 2016), así como en el caso de la ansiedad matemática, donde se ha planteado que las niñas experimentan niveles más altos de ansiedad que los niños (Svraka & Ádám, 2024).

A partir de lo anterior, se plantea la necesidad de evaluar un modelo integral que permita analizar la asociación entre variables cognitivas, tanto predictores de dominio general como específico, y la ansiedad matemática, en relación con el desarrollo del pensamiento matemático formal. Este modelo será aplicado de manera longitudinal en estudiantes desde primero hasta segundo año de educación básica, incorporando además variables sociodemográficas, como el tipo de dependencia administrativa (utilizada como proxy del nivel socioeconómico) y el género. El propósito es alcanzar una comprensión más amplia y contextualizada de la realidad escolar, integrando múltiples factores que inciden en el desarrollo del pensamiento matemático formal. Para sustentar este modelo, se realizó una revisión de la literatura con el propósito de identificar los predictores más relevantes, así como las relaciones directas e indirectas entre algunas variables, considerando también su posible rol mediador o moderador, según lo propuesto por modelos teóricos reportados en la literatura científica.

Para dar cumplimiento a lo anterior, el presente trabajo se estructura en varias secciones. En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema, junto con las hipótesis y los objetivos del estudio. El segundo capítulo corresponde al marco teórico, en el cual se conceptualizan los principales predictores de dominio general y específico, se aborda la ansiedad matemática, y las variables sociodemográficas como el género y la dependencia administrativa del establecimiento, esta última como una medida proximal del nivel NSE.

El tercer capítulo expone la metodología del estudio, incluyendo el diseño, la muestra, la operacionalización de las variables, los instrumentos de evaluación, el procedimiento y el plan de análisis de los datos. En el cuarto capítulo se presentan los resultados, los cuales se organizan en torno a tres modelos de interacción compleja: mediación moderada, mediación serial múltiple y regresiones lineales múltiples. El quinto capítulo está dedicado a la discusión, donde se analizan los hallazgos a la luz de las hipótesis planteadas y de la literatura revisada. Finalmente, el sexto capítulo expone las conclusiones del estudio y sus implicaciones prácticas para el ámbito educativo.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El pensamiento matemático formal es la capacidad para comprender, relacionar y representar situaciones del entorno que involucran conceptos numéricos y relaciones lógicas. Desde la etapa preescolar, esta habilidad se manifiesta en el uso de nociones numéricas básicas, mientras que en la educación básica permite a los estudiantes aplicar procesos de cuantificación, resolver problemas y desenvolverse de manera eficaz en la vida cotidiana (Ministerio de Educación, 2018). Por esta razón, desempeña un papel clave en la adquisición de las competencias numéricas más complejas durante toda la trayectoria escolar (Watts et al., 2014). Además, el pensamiento matemático formal no solo se vincula al rendimiento académico, sino también con el desarrollo de habilidades cognitivas y afectivas que influyen en el éxito en este ámbito (Carnelutti et al., 2017; Hoffman, 2010; Passolunghi et al., 2019), y se asocia con variables sociodemográficas como el género y el nivel socioeconómico en los primeros años de la educación formal. No obstante, en el contexto escolar se tiende a subestimar la relación entre éstos factores en el diseño de intervenciones pedagógicas y cognitivas en niños que presentan dificultades en el aprendizaje matemático (Cargnelutti et al., 2017; Wu et al., 2014).

Respecto a los componentes cognitivos que facilitan la adquisición del pensamiento matemático formal, regularmente se hace referencia a dos categorías, los predictores mentales de dominio general y específicos (Geary, 2018; Passolunghi & Lanfranchi, 2012). Los predictores de dominio general, son elementos cognitivos que no sólo contribuyen en las matemáticas, sino en otro tipo de aprendizajes, y un ejemplo de estos factores es la inteligencia general, la memoria de trabajo, el control inhibitorio, entre otras funciones de orden superior (Aragón et al., 2016; Aragón et al., 2019; Fritz et al., 2019). Ahora bien, los predictores de dominio específico, son capacidades que predicen un aprendizaje en particular y en las matemáticas, se encuentra el conteo, la estimación numérica y las comparaciones simbólicas y no simbólicas, entre otras.

Dentro de los predictores de dominio general que tiene un amplio desarrollo investigativo, es la memoria de trabajo (MT), y varios estudios se han basado en el modelo de Baddeley y Hitch (2007), como referencia para analizar la variedad de procesos cognitivos de alto nivel, y está compuesto por dos sistemas subsidiarios como el bucle fonológico y la agenda visoespacial que se especializan en procesar información temporal de tipo verbal, visual, espacial, y ambos se encuentran basados en el lenguaje y son considerados memoria a corto plazo. Por su parte, el ejecutivo central es el núcleo del modelo y es el encargado de manipular, actualizar, coordinar los recursos atencionales y regular el funcionamiento de los otros sistemas subsidiarios (Baddeley, 2000; 2003).

Con base a lo anterior, el modelo teórico propuesto por De Smedt et al. (2009), Passolunghi et al., (2007; 2008), basado en modelos de interacción compleja proponen que la memoria de trabajo tiene una relación directa con el pensamiento matemático formal en niños de primer y segundo grado, mientras que los modelos derivados de los estudios de Costa et al. (2018); Lee y Bull, (2016) señala este predictor tiene mayor peso explicativo que otras variables de tipo cognitivo al finalizar primer año de educación infantil. Hallazgos similares fueron planteados en los modelos de Passolunghi et al., (2012; 2015), que señalan que la memoria de trabajo tiene una relación directa con pensamiento matemático formal en preescolares, sin embargo, un año después (final de primero básico), se desempeña como un mediador en el rendimiento en matemáticas, en presencia de otras habilidades numéricas simbólicas (Hornung et al., 2014). En esta misma línea, cuando se mide la memoria de trabajo en conjunto con un componente afectivo, esta actúa como variable mediadora en la relación entre la ansiedad matemática y el aprendizaje matemático (por ejemplo: Szczygieł, 2021 y Živković et al.,2023). Sin embargo, aún no está claro si la memoria de trabajo funciona como un predictor con un efecto directo sobre el pensamiento matemático o si ejerce un rol mediador, especialmente en los primeros años de la educación formal.

Asimismo, el modelo de Passolunghi et al. (2012) incluyó la inteligencia que es definida como la capacidad global que tienen los individuos para pensar de forma racional e intencionada que facilita la adaptación al contexto social (Ramirez-Benítez et al., 2016), y para efectos de este estudio sólo se consideró la inteligencia de tipo fluida que se relaciona con la capacidad para resolver problemas mediante el razonamiento inductivo y deductivo, y es independiente de la educación formal o experiencias previas (Cattell, 1957). Por su parte, Geary et al. (2017), a través del seguimiento de una misma cohorte en el transcurso de la educación básica, analizó los predictores de dominio general (inteligencia, memoria de trabajo) y específicos (comparación de magnitudes y estimación), señaló que la inteligencia fue la segunda variable que contribuyó en el pensamiento matemático formal mientras que la memoria de trabajo tuvo mayor explicativo, y estos resultados fueron similares a lo reportado por Lee y Bull (2016), no obstante, el modelo teórico presentado por Traff et al. (2020) la inteligencia fluida tuvo una relación directa con las habilidades matemáticas en niños de tercer y sexto grado seguido por la memoria de trabajo, conciencia fonológica, el conteo y la comparación de magnitudes.

Algunos hallazgos longitudinales señalan que, además de la memoria de trabajo, el control inhibitorio predice en el pensamiento matemático formal (St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Este se define como la capacidad de suprimir la interferencia de estímulos irrelevantes (Cragg & Gilmore, 2014). Autores como Östergren y Träff, (2013) a través de un estudio longitudinal encontraron que el control inhibitorio en conjunto con el cambio atencional contribuye de manera indirecta en el desempeño en matemáticas, mientras que la memoria de trabajo mostró efectos directos e indirectos respecto al desempeño en matemáticas, y hallazgos similares fueron reportados por Gashaj et al. (2019) en una muestra de niños de segundo grado.

El cambio atencional, se define como la habilidad para alternar de forma flexible entre un conjunto de reglas (Van der Sluis et al., 2007). Algunos autores señalan que este predictor de dominio general es clave en la resolución de problemas matemáticos complejos (Magalhães et al., 2020), los cuales requieren tanto de conocimientos conceptuales y procedimentales (LeFevre et al., 2013). Asimismo, desempeña un papel importante en tareas aritméticas, especialmente cuando es necesario alternar entre distintas opciones de respuesta en operaciones de suma y resta (Mazuera-Velásquez et al., 2025). Esta habilidad cobra especial relevancia en las estrategias de conteo empleadas tanto por niños con dificultades en el aprendizaje matemático como por aquellos con un desarrollo normotípico (Castro et al., 2022).

Dado que, los predictores de dominio general por si solos no son suficientes para predecir el pensamiento matemático formal, Geary et al. (2017) señala que los procesos de dominio específico también cumplen un rol importante especialmente en la educación básica. Adicionalmente, Passolunghi et al. (2015) afirman que los estudios que realizan seguimiento a una misma cohorte de participantes, deben analizar en conjunto los predictores de dominio general y específico sobre las habilidades numéricas para obtener una imagen más específica del fenómeno, es por ello, que varios modelos teóricos han incluido, la comparación simbólica y no simbólica, el conteo, y estimación numérica, y dichos predictores se han vinculado directamente o indirectamente con el pensamiento matemático formal (Aragón et al., 2020; Passolunghi et al., 2011; Passolunghi et al., 2015).

Dentro de los precursores de dominio específico que ha sido ampliamente estudiado es la comparación de magnitudes no simbólicas, que es definido como la capacidad para contrastar dos o más magnitudes e identificar las similitudes y diferencias. En esta misma línea, el estudio realizado por Fazio et al. (2014) plantean que este predictor tiene efectos directos e indirectos sobre el pensamiento matemático formal, sin embargo, Aragón et al. (2023) señalan que existe una influencia indirecta sobre las habilidades matemáticas, pero a través de las habilidades simbólicas coincidiendo con los hallazgos planteados por Van Marle et al. (2014) quienes encontraron que la influencia de la comparación no simbólica sobre el aprendizaje matemático está mediada por la comparación simbólica.

En la misma línea del párrafo anterior, la comparación simbólica es la habilidad para comparar y procesar magnitudes (códigos arábigos), y estudios longitudinales basados en modelos de interacción compleja indicaron que esta habilidad tuvo una relación directa con el pensamiento matemático formal, seguido de la comparación simbólica, la memoria de trabajo y la conciencia fonológica (Traff et al., 2020). Adicionalmente, se ha encontrado que la comparación simbólica fue el predictor más significativo del rendimiento matemático al final de primer grado (Mammarella et al., 2021), lo cual es consistente con el estudio realizado por Toll et al. (2015) cuyo modelo teórico señala que la comparación simbólica fue el predictor más importante, mostrando una relación directa con el rendimiento en matemáticas básicas en los primeros años de la educación formal, dicho hallazgo sugiere que a medida que los niños avanzan en el itinerario escolar, la comparación simbólica tiene mayor poder explicativo en el pensamiento matemático que la comparación no simbólica (Li et al., 2018). Además, el estudio longitudinal de Finke et al. (2020), mediante un modelo de mediación serial múltiple, reveló que la comparación simbólica actuó como mediador del procesamiento de magnitudes no simbólicas en estudiantes de educación básica. De manera similar, en otro estudio con niños chilenos, este predictor también se desempeñó como un mediador serial entre el nivel socioeconómico (NSE) y la ansiedad matemática (Guzmán et al., 2021).

Junto a la comparación de magnitudes, otro de los precursores de dominio específico que también ha sido relacionado con el desarrollo del pensamiento matemático formal, es el conteo y corresponde a la capacidad de representar las cantidades que se encuentran en un conjunto de elementos (Espitia et al., 2022). Algunos trabajos longitudinales señalan que las habilidades de conteo a la edad de seis años, es un predictor significativo del rendimiento en matemáticas (Aunio & Niemivirta, 2010), adicionalmente, el modelo de ecuaciones estructurales propuesto por Traff et al. (2020), el conteo mostró una relación directa y significativa sobre el desempeño en matemáticas, y tuvo mayor peso relativo que otros predictores de dominio general y específicos, no obstante, el trabajo de Xenidou-Dervou et al. (2017) señala que al comienzo de la educación formal la memoria de trabajo tuvo mayor poder explicativo seguido de las habilidades de conteo, mientras que la comparación simbólica explicó la varianza única en las diferentes mediciones realizadas en otros puntos temporales (mitad y final del grado 1°), y en segundo básico.

Por otro lado, la estimación numérica es otro precursor que ha sido vinculado con el pensamiento matemático formal, y consiste en la capacidad para aproximar o calcular un valor numérico, y se ha planteado que esta habilidad contribuye en el logro de las competencias numéricas en la educación preescolar y formal inicial (Aragón et al, 2016; Booth & Siegler, 2006, 2008). El modelo de interacción compleja propuesto por Aragón et al., (2021), indicó que la estimación se situó en un lugar secundario como factor explicativo del pensamiento matemático informal, mientras que la memoria de trabajo fue el mayor predictor. Adicionalmente, el estudio longitudinal realizado por Traff et al. (2020) señala que la estimación numérica tuvo un vínculo directo y significativo respecto al aprendizaje de las matemáticas y se mantuvo estable en tercero y sexto grado en una cohorte seguida desde el preescolar, sin embargo, el modelo en general indicó que la memoria de trabajo y la inteligencia fueron las variables que tuvieron mayor peso relativo.

Junto con las numerosas investigaciones y aportes que se han focalizado en el estudio de los precursores de dominio general y específicos, algunos autores han relevado la importancia y necesidad de incorporar el análisis un factor emocional, como la ansiedad matemática, dado que se ha constatado que tiene un rol fundamental en la adquisición del pensamiento matemático formal (Carnelutti et al., 2017; Carnelutti et al., 2019, Passolunghi et al., 2020). Algunas investigaciones científicas han sugerido que la ansiedad matemática desde la educación formal inicial influye sobre la memoria de trabajo, el conteo, la comparación simbólica, así como en operaciones aritméticas de mayor complejidad (Cargnelutti et al., 2017; Maloney et al., 2010; Maloney et al., 2011; Núñez-

Peña & Suarez-Pellicioni, 2014; Vukovic et al., 2013; Wu et al., 2012, 2014). Adicionalmente, se han planteado que los niveles altos de ansiedad tienen un efecto moderador entre el sistema numérico aproximado y el pensamiento matemático formal en niños de educación básica (Sarı & Szczygieł, 2023). Además, estudios longitudinales realizados en población infantil han reportado que este proceso se ha desempeñado como mediador entre el sentido numérico y el rendimiento matemático en niños de segundo básico (Cargnellutti et al., 2017). Adicionalmente, en el contexto chileno el trabajo de Guzmán et al. (2021) mediante un modelo de mediación serial múltiple, encontró que la comparación no simbólica tiene un rol importante en la explicación de la ansiedad matemática en niños de primero básico, pero deja de ser significativo cuando cursan segundo grado, donde existe un mayor nivel de instrucción formal y la ansiedad se relaciona con tareas simbólicas.

Además de examinar el rol que ejercen los predictores de dominio general y específicos, y la ansiedad matemática, paralelamente se intenta analizar si las variables sociodemográficas como la dependencia administrativa como proxy del nivel socioeconómico (NSE) y el género de los participantes desempeñan un rol relevante en el pensamiento matemático formal. Diversas investigaciones han señalado que el NSE influye en la variabilidad del pensamiento matemático formal (Kalaycioglu, 2015). En el contexto chileno, este fenómeno es particularmente evidente debido a la alta estratificación del sistema educativo. Como resultado, las brechas en el aprendizaje matemático se manifiestan desde los primeros años de escolaridad, ya que los estudiantes de colegios municipales tienden a obtener un rendimiento inferior en comparación con quienes asisten a colegios particulares pagados, una tendencia que se ha mantenido constante en los últimos años (Agencia de Calidad de la Educación, 2019, 2022, 2023).

Algunos autores han planteado que el NSE explica parcialmente el desarrollo del pensamiento matemático formal, dado que en esta relación también intervienen factores cognitivos (Ribner et al., 2019) y afectivos (Batchelor et al., 2019). En Chile, el estudio longitudinal de Guzmán et al. (2021) mediante un modelo de mediación serial encontró que el NSE tiene un impacto negativo en la ansiedad, lo que se traduce en que los estudiantes provenientes de contextos más desfavorecidos presentan mayores niveles de ansiedad matemática. Esta asociación entre el NSE y la ansiedad matemática ha sido confirmada por investigaciones recientes, como la de Svraka y Adám (2024). Asimismo, otros estudios han señalado que el NSE se relaciona con habilidades cognitivas como la memoria de trabajo y la inteligencia fluida (Judd et al., 2022). En consecuencia, los estudiantes provenientes de contextos socioeconómicos más bajos tienden a mostrar un menor rendimiento en estos predictores de dominio general (Hackman et al., 2014; Peng et al., 2019).

Respecto al género, la evidencia disponible no es concluyente sobre su relación con el pensamiento matemático formal. El estudio longitudinal de Viterbori et al. (2015), señala que al finalizar tercer grado de la educación básica, las niñas tuvieron un peor desempeño que los niños en el desarrollo de tareas aritméticas. Sin embargo, otros resultados sugieren la inexistencia de diferencias de género en relación a las variables predictoras de dominio general y específicos en el desarrollo del pensamiento matemático (Aragón et al., 2013; Aragón & Navarro, 2016; Cerda et al., 2021; Navarro et al., 2010). En esta misma línea, algunos autores han considerado que el género es una medida de control para reducir el sesgo en el efecto estimado entre los procesos cognitivos y las habilidades numéricas (Ten Braak et al., 2022; Viterbori et al., 2015).

De acuerdo con la revisión de la literatura, el presente proyecto busca ampliar la investigación previa de varias maneras, en primer lugar, además de analizar la relación entre los procesos de dominio general y específicos, también se pretende destacar la importancia de un factor afectivo como la ansiedad matemática que ha sido poco abordado en la literatura y debe ser objeto de atención y análisis en los primeros ciclos de la educación primaria (Cargnelutti et al., 2017), por tanto se espera proponer tres modelos de interacción compleja que permita identificar las diferentes relaciones entre las variables mencionadas. En segundo lugar, un estudio longitudinal permitirá comprender la contribución relativa de todas las variables en conjunto, así como sus roles directos e indirectos en el pensamiento matemático formal en los primeros años de la educación formal (Vanbinst & De Smedt, 2016), para ello, se consideraron evidencias científicas basadas en modelos de predictibilidad múltiple, mediación moderada y mediación serial múltiple de corte longitudinal que han ayudado a especificar claramente las asociaciones de dichas variables (Guzmán et al., 2021; James-Brabham et al., 2023), permitiendo plantear las siguientes hipótesis:

H_1: Existen diferencias significativas en las puntuaciones de las variables de dominio general (memoria de trabajo verbal y visoespacial, control inhibitorio cognitivo, cambio atencional e inteligencia fluida), y de dominio específico (como la comparación simbólica y no simbólica, el conteo y estimación numérica), así como en los niveles de ansiedad y el pensamiento matemático formal en función del curso o nivel educativo de los participantes evaluados de forma longitudinal.

H_2: Existen diferencias significativas en las puntuaciones de las variables de dominio general (memoria de trabajo verbal y visoespacial, control inhibitorio cognitivo, cambio atencional e inteligencia fluida), y de dominio específico (como la comparación simbólica y no simbólica, el conteo y estimación numérica), así como en los niveles de ansiedad y el pensamiento matemático formal en función de la dependencia administrativa de los participantes evaluados de forma longitudinal, pero no en función del género de los mismos.

H_3: La memoria de trabajo verbal (como predictor de dominio general) interviene de manera directa sobre el pensamiento matemático formal en estudiantes de primer año básico, y actúa de manera indirecta respecto de este tipo de pensamiento, a través de la comparación simbólica (predictor de dominio específico) cuando estos mismos estudiantes finalizan el segundo año básico.

H_4: La ansiedad matemática modera la relación entre la memoria de trabajo verbal y la comparación simbólica del alumnado de segundo año básico.

H_5: La asociación entre la memoria de trabajo verbal y el pensamiento matemático formal, así como el papel mediador de la comparación simbólica, se consolida en el tiempo, incluso al controlar el género del alumnado evaluado longitudinalmente.

H_6: La ansiedad matemática y la memoria de trabajo verbal, actuarán parcialmente como mediadores seriales entre la dependencia administrativa como proxy del nivel socioeconómico y el pensamiento matemático formal, en niños y niñas de primero a segundo grado de educación básica.

H_7: Del conjunto de variables estudiadas (predictores de dominio general y específicos), la memoria de trabajo verbal es la variable con mayor peso relativo al explicar el pensamiento matemático formal en estudiantes de primero básico, y su poder predictivo se mantendrá al finalizar segundo básico.

1.1 Objetivos

1.2 Objetivo General

Evaluar un modelo explicativo de carácter longitudinal respecto del rol de los predictores de dominio general (memoria de trabajo verbal y visoespacial, control inhibitorio cognitivo, cambio atencional e inteligencia fluida), de dominio específico (como la comparación simbólica y no simbólica, el conteo y estimación numérica), y la ansiedad como una variable del dominio afectivo en cuanto al desarrollo del pensamiento matemático formal en alumnado de primer a segundo año básico, sus posibles efectos directos o mediadores, y si estos se modifican al controlar el género y la dependencia administrativa de los participantes.

1.3 Objetivos Específicos:

1-Comparar las puntuaciones de las variables de dominio general (memoria de trabajo verbal y visoespacial, control inhibitorio cognitivo, cambio atencional e inteligencia fluida), y de dominio específico (como la comparación simbólica y no simbólica, el conteo y estimación numérica), así como en los niveles de ansiedad y el pensamiento matemático formal en función del curso o nivel educativo de los participantes evaluados de forma longitudinal.

2-Comparar las puntuaciones de las variables de dominio general (memoria de trabajo verbal y visoespacial, control inhibitorio cognitivo, cambio atencional e inteligencia fluida), y de dominio específico (como la comparación simbólica y no simbólica, el conteo y estimación numérica), así como en los niveles de ansiedad y el pensamiento matemático formal en función de la dependencia administrativa y el género de los participantes a través del seguimiento longitudinal.

3- Examinar el efecto directo de la memoria de trabajo verbal, como predictor de dominio general, sobre el pensamiento matemático formal en estudiantes de primer año básico, así como su efecto indirecto a través de la comparación simbólica, como predictor de dominio específico, al finalizar el segundo año básico.

4- Analizar el efecto moderador de la ansiedad matemática en la relación entre la memoria de trabajo verbal y el desempeño en la comparación simbólica en estudiantes de segundo año básico.

5- Analizar la asociación entre la memoria de trabajo verbal y el pensamiento matemático formal, así como el papel mediador de la comparación simbólica, controlando el efecto del género del alumnado evaluado longitudinalmente.

6-Examinar el papel mediador en serie de la ansiedad matemática y la memoria de trabajo verbal, en la relación entre la dependencia administrativa como proxy del nivel socioeconómico y el pensamiento matemático formal, en niñas y niños de primero a segundo grado de educación básica.

7- Analizar la contribución específica de los predictores de dominio general (memoria de trabajo verbal y visoespacial, inteligencia fluida, cambio atencional, control inhibitorio cognitivo y comportamental) y de dominio general (comparación simbólica y no simbólica, conteo y estimación numérica) al explicar el pensamiento matemático formal, a partir del seguimiento longitudinal de niñas y niños evaluados en primero y segundo grado de educación básica.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Desarrollo del Pensamiento Matemático Formal

Desde edades tempranas, el pensamiento matemático desempeña un papel fundamental en el desarrollo infantil, al permitir la comprensión, explicación y utilización de patrones numéricos y conceptos como el tiempo, la cantidad, el tamaño y las formas. Estas habilidades fomentan una interacción significativa con el entorno, ayudan a los niños a dar sentido a sus experiencias cotidianas y les permiten comunicarse mediante un pensamiento numérico (Jorgensen et al., 2020). Esto evidencia la importancia de las matemáticas en todos los ámbitos de la vida, ya que una apropiación adecuada de este conocimiento contribuye al éxito personal, académico y laboral (Dunphy et al., 2014).

El pensamiento matemático también está vinculado al poder y al progreso, ya que sustenta los inventos y avances tecnológicos de la sociedad. Además, facilita el acceso a mejores oportunidades laborales y a mayores ingresos económicos. Aunque en las primeras etapas del desarrollo infantil el poder o la riqueza no constituyen preocupaciones prioritarias, es precisamente en la educación preescolar y básica inicial donde se establecen las bases matemáticas. En esta etapa se desarrollan habilidades esenciales que conforman el andamiaje cognitivo necesario para construir competencias aritméticas de mayor complejidad (Dunphy et al., 2014; Feigenson et al., 2004).

Si bien muchos conceptos matemáticos se adquieren en la educación formal, algunos conocimientos se construyen en contextos "naturales", donde los niños tienen experiencias previas con la noción de cantidad. Estas vivencias se complementan con el aprendizaje formal, dando lugar a un desarrollo numérico en dos escenarios distintos: dentro y fuera del aula. Como resultado, los niños aplican las estrategias y métodos aprendidos en la escuela para resolver problemas en contextos extraacadémicos, demostrando así la funcionalidad del pensamiento matemático (Ruiz & García, 2003).

Por esta razón, en el primer ciclo de la educación formal, los docentes suelen implementar rutinas sistemáticas para enseñar operaciones básicas como la suma, la resta o la multiplicación. Sin embargo, este proceso no debe reducirse a la simple mecanización de procedimientos o a la manipulación de símbolos, sino que debe orientarse hacia la comprensión de las cantidades que dichos símbolos representan. Este enfoque promueve la transferencia del conocimiento a otros contextos más allá del aula (Ruiz & García, 2003), en consonancia con los objetivos del currículo chileno de matemáticas, que busca enriquecer la comprensión de la realidad, facilitar la resolución de problemas mediante diversas estrategias y contribuir al desarrollo del pensamiento crítico y autónomo de los estudiantes (Ministerio de Educación, 2018)

Por otra parte, es importante destacar que el término “conocimiento matemático” está estrechamente vinculado con la “comprensión”, entendida como el conocimiento del “por qué” o la razón detrás de ciertos procedimientos numéricos. A su vez, el concepto de “habilidad” hace referencia al “saber cómo” aplicarlos. En este sentido, existe un consenso en la comunidad científica respecto a que ambos aspectos (comprensión y habilidad) forman parte de la competencia matemática, la cual refleja la capacidad de utilizar y aplicar las matemáticas en la vida cotidiana. Esta competencia se desarrolla en distintas etapas del crecimiento cognitivo, lo que da lugar a la distinción entre pensamiento matemático informal y formal (Ginsburg & Baroody, 2007; Kilpatrick et al., 2001). Cabe señalar, sin embargo, que el presente estudio se centrará exclusivamente en el pensamiento matemático formal.

El pensamiento matemático formal comienza a desarrollarse cuando los niños ingresan a la escuela, donde se les enseñan conceptos aritméticos que incluyen el uso de códigos arábigos y sus respectivas convenciones (Baroody & Dowker, 2013). Este proceso implica un alejamiento del mundo concreto y el inicio de la abstracción: el conocimiento deja de depender de objetos físicos para convertirse en objeto del pensamiento en sí mismo. En otras palabras, los números dejan de ser simples representaciones de cantidades tangibles y pasan a constituirse como nuevos elementos contables dentro del razonamiento matemático (Baroody & Ginsburg, 2003).

Según Baroody y Ginsburg (2003), para que los niños puedan resolver operaciones escritas y simbólicas con éxito, es fundamental que apliquen los conocimientos intuitivos adquiridos en contextos cotidianos y familiares. Esta base les permite avanzar en habilidades como la lectura y escritura de números, el dominio de hechos numéricos y el cálculo básico (Ginsburg & Baroody, 2007). Además, cuando los niños presentan dificultades en matemáticas, estas suelen manifestarse con mayor claridad en primero y segundo grado. Su desempeño refleja deficiencias en los sistemas de representación verbal o simbólica, los cuales están estrechamente influenciados por sus experiencias previas. Entre las dificultades más comunes se encuentran errores en los procedimientos de conteo, escasa fluidez en el cálculo y problemas en la lectura y escritura de números (Jordan & Levine, 2009).

En el sistema educativo chileno, se espera que, al cursar primero básico, los niños sean capaces de trasladar lo aprendido en contextos naturales hacia un nivel más abstracto. Esto implica que puedan expresar problemas con sus propias palabras y comunicar relaciones, patrones y reglas utilizando símbolos numéricos. En este proceso, las habilidades de conteo se fortalecen y la secuencia numérica se amplía hasta el 100, contando de uno en uno, de dos en dos, y de cinco en cinco. Asimismo, se espera que los estudiantes comiencen a aplicar principios básicos de reversibilidad, como ordenar números de mayor a menor y viceversa (Ministerio de Educación, 2013).

Adicionalmente, dentro de los contenidos abordados durante este año escolar, los aprendizajes están orientados a que los estudiantes comparen cantidades utilizando medidas no estandarizadas, como largo y corto, alto y bajo, así como también a representar cantidades en formato simbólico, del 0 al 20. Se busca, además, el desarrollo de habilidades de estimación numérica y la participación en actividades que fortalezcan la adición y sustracción, tanto en formato escrito como mental. En este ciclo educativo, la enseñanza de las matemáticas también contempla la representación de figuras geométricas y la identificación de patrones repetitivos, ya sea mediante material concreto o a través del lenguaje numérico (Ministerio de Educación, 2013).

Por otra parte, en segundo básico se espera que los estudiantes amplíen sus habilidades de conteo, abarcando números del 0 al 1000, en intervalos de dos, cinco, diez y cien, tanto en sentido ascendente como descendente, y comenzando desde cualquier punto de la secuencia numérica. Asimismo, se fortalece la capacidad de leer y representar números del 0 al 100, utilizando recursos concretos, pictóricos y simbólicos. Además, se busca mejorar las habilidades y estrategias de cálculo en operaciones de adición y sustracción hasta el 20, incorporando nociones como uno más, uno menos, dos más y dos menos, y promoviendo la aplicación del principio de reversibilidad al momento de resolver operaciones aritméticas (Ministerio de Educación, 2013).

Diversas investigaciones han centrado su atención en la variabilidad individual del desarrollo en las habilidades numéricas tempranas (Aragón et al., 2015; Cerda et al., 2011; Cerda et al., 2014), ya que las dificultades en esta etapa se reflejan posteriormente en el pensamiento matemático formal. Estas diferencias han sido explicadas, en parte, por el funcionamiento de procesos cognitivos como las funciones ejecutivas, la capacidad para comparar magnitudes, estimar cantidades, entre otros (Toll & Van Luit, 2013). En este sentido, a lo largo de la revisión teórica se analizarán tanto los predictores de dominio general como los específicos que inciden en el desarrollo del pensamiento matemático formal, junto con un componente afectivo, como la ansiedad matemática y determinantes sociales, tales como la dependencia administrativa de los establecimientos educativos como medida proximal del nivel socioeconómico, y el género.

2.2 Predictores de Dominio General y el Pensamiento Matemático Formal

Introducción

La adquisición y consolidación del pensamiento matemático formal, es fundamental para desenvolverse adecuadamente en la vida cotidiana, y desempeña un papel crucial en el éxito académico, así como en el desarrollo social y laboral (Cargnelutti et al., 2017; Cragg & Gilmore, 2014; Geary et al., 2013). En este contexto, no resulta sorprendente que numerosas investigaciones se hayan enfocado en identificar los procesos cognitivos asociados, así como en comprender los mecanismos subyacentes a las dificultades en este ámbito, con el objetivo de mejorar los métodos de evaluación e implementar estrategias eficaces para su entrenamiento e intervención (Passolunghi & Lanfranchi, 2011; Passolunghi et al., 2015).

Asimismo, diversos estudios han señalado la importancia de identificar, desde edades tempranas, las habilidades o procesos que actúan como precursores clave para la adquisición de competencias matemáticas. En este sentido, la literatura científica ha destacado varios predictores de dominio general, entre los que se encuentran la memoria de trabajo (Castro et al., 2017; Corso, 2018; Fanari et al., 2018; Mammarella et al., 2018; Menon, 2016; Passolunghi & Costa, 2016), la inteligencia fluida (Ramírez-Benítez et al., 2016; Stevenson et al., 2014; Pina et al., 2014), el control inhibitorio (Passolunghi et al., 2022; Presentación et al., 2015; Traverso et al., 2021) y el cambio atencional (Bull & Lee, 2014; Castro et al., 2022), entre otros.

A partir de lo anterior, este estudio propone una revisión de la literatura centrada en los principales predictores de dominio general vinculados al desarrollo del pensamiento matemático formal, específicamente, la memoria de trabajo verbal y visoespacial, la inteligencia fluida, el control inhibitorio y el cambio atencional. Además, se presentarán los modelos teóricos que sustentan cada una de estas habilidades cognitivas, así como los diferentes instrumentos de evaluación más utilizados en investigaciones enfocadas en la cognición numérica.

2.2.1 Memoria de trabajo

Uno de los predictores de dominio general ampliamente estudiado en el ámbito de la psicología cognitiva es la memoria de trabajo (MT), la cual, según Baddeley (2012), cumple un rol fundamental en la estructuración de nuevas representaciones mentales necesarias para el aprendizaje de conceptos numéricos, tanto básicos como complejos, a lo largo de las distintas etapas del ciclo escolar (Geary, 2011). Si bien diversas investigaciones han señalado una estrecha relación entre la MT y la adquisición del pensamiento matemático, los hallazgos no son del todo consistentes. En particular, aún persiste debate respecto al papel específico que desempeña la MT verbal y visoespacial en el pensamiento matemático formal (Bellon et al., 2019).

La memoria de trabajo (MT) se refiere a la capacidad para mantener activa la información relevante necesaria para llevar a cabo una tarea, e implica también la manipulación y actualización constante de dicho contenido en la memoria a corto plazo. Esta función resulta fundamental para el desempeño en tareas cognitivas complejas, como la lectura, la comprensión de textos (Esquivel et al., 2016; Da Rosa & Salles, 2013; Vernucci et al., 2017) y las matemáticas (Castro et al., 2017; Corso, 2018; González-Nieves et al., 2018; Passolunghi & Costa, 2016). Según el modelo propuesto por Baddeley (2020), la memoria de trabajo se compone por cuatro sistemas: el bucle fonológico, la agenda visoespacial, el búfer episódico y el ejecutivo central, siendo es te último considerado el componente principal del modelo.

El bucle fonológico es el componente de la memoria de trabajo encargado de mantener la información verbal, ya sea proveniente de fuentes externas (como el habla) o internas (como el lenguaje interno). Este sistema es considerado fundamental en la adquisición del lenguaje y se ha vinculado estrechamente con el aprendizaje de la lectoescritura (Baddeley, 2017; Castro et al., 2017). Está conformado por dos subsistemas: el primero es un almacén temporal que retiene información acústica de manera breve, ya que su capacidad es limitada y su contenido se desvanece en pocos segundos; el segundo es un mecanismo de repaso articulatorio responsable de mantener activamente los estímulos acústico-verbales, como el habla, mediante la repetición subvocal (López, 2011).

Respecto al pensamiento matemático, se ha evidenciado que el bucle fonológico está relacionado con el razonamiento y que su valor predictivo varía según el tipo de actividad aritmética y la etapa del aprendizaje. Este componente contribuye de manera más significativa cuando se trabajan conceptos numéricos previamente adquiridos, ya que permite acceder y aplicar los conocimientos almacenados a través del sistema verbal (Raghubar, et al., 2010). Además, se ha identificado como un predictor relevante en la resolución de problemas aritméticos escritos, en la escritura de números y, especialmente, en la ejecución de operaciones como la multiplicación. Por otro lado, los niños con bajo desempeño en el funcionamiento del bucle fonológico tienden a presentar dificultades en el almacenamiento de hechos numéricos, al no lograr mantener activas las representaciones mentales necesarias para resolver problemas de mayor complejidad (López, 2011; Peng et al., 2012; Simmons et al., 2012; Zheng et al., 2011).

El segundo sistema es la agenda visoespacial, encargada de analizar, conservar y procesar información visual y espacial proveniente tanto de estímulos externos como de procesos internos del propio sistema cognitivo. Este componente opera a través de dos procesos que, aunque son independientes, están estrechamente interrelacionados. Su función principal es integrar estas dos dimensiones para formar una representación unificada, la cual se almacena temporalmente en la memoria a corto plazo (Baddeley, 2020). Algunas evidencias investigaciones han planteado que la agenda visoespacial desempeña un papel relevante en la educación inicial, especialmente en la adquisición de conceptos aritméticos (De Smedt et al., 2009; Holmes & Adams, 2006; Rasmussen & Bisanz, 2005). Incluso se ha sugerido que está relacionada con la capacidad de representar cantidades en una línea numérica mental (Rotzer et al., 2009).

El tercer componente o núcleo central de este modelo es el ejecutivo central, responsable del control atencional implicado en la manipulación y actualización de la información dentro de la memoria de trabajo. Según Baddeley (2017), este sistema cumple cuatro funciones fundamentales: 1) coordinar el almacenamiento y el procesamiento de la información; 2) alternar entre diferentes estrategias cognitivas según la tarea; 3) controlar la interferencia de estímulos irrelevantes; y 4) recuperar información tanto de la memoria a corto plazo como de la memoria a largo plazo (Ramirez-Benítez, et al., 2016). Cabe señalar que cuando la información verbal o visoespacial exige un elevado control atencional, su procesamiento depende del ejecutivo central, y en ese contexto se habla de memoria de trabajo. Por el contrario, cuando el almacenamiento de la información se realiza de manera pasiva o con escaso control cognitivo, se considera representativo de la memoria a corto plazo (Gathercole & Alloway, 2006; Giofrè et al., 2013; Mammarella et al., 2008; Passolunghi & Lanfranchi, 2012). En esta misma línea, la literatura científica destaca la importancia de analizar tanto los componentes de bajo como de alto nivel de la memoria de trabajo durante los primeros ciclos educativos, con el fin de comprender su contribución al aprendizaje (Allen et al., 2020). Desde esta perspectiva, se ha evidenciado que, en el pensamiento matemático, interactúan componentes pasivos (relacionados con el almacenamiento temporal de la información) y activos (vinculados con la manipulación de representaciones mentales numéricas) de la memoria de trabajo (Geary, 2013).

En relación con la MT verbal, las evidencias científicas han señalado ampliamente su relación positiva con el pensamiento matemático formal (Szűcs et al., 2014; Nelwan et al., 2020), lo cual ha sido respaldado también por estudios longitudinales. Además, algunos autores han planteado que a medida que los niños avanzan en su escolarización la MT se va consolidando, lo que favorece el procesamiento de la información y facilita la adquisición de habilidades matemáticas cada vez más complejas (Raghubar & Barnes, 2017), adquiriendo mayor relevancia en niños de mayor edad (Friso-Van Den Bos et al., 2013). Sin embargo, también se reconoce su aporte durante la etapa preescolar, especialmente en la consolidación de habilidades matemáticas iniciales, en tanto la conciencia fonológica numérica aún se encuentra en desarrollo (Martin et al., 2014).

Si bien la memoria de trabajo verbal ha sido identificada como un predictor directo del pensamiento matemático formal (Allen et al., 2020; Peng et al., 2016), algunos autores han encontrado que también puede desempeñar un papel mediador. En esta línea, Swanson et al. (2025), encontraron que la MT verbal actúo como variable mediadora en la resolución de problemas numéricos en niños con y sin dificultades en las matemáticas. De forma similar, otra investigación que incluyó una variable sociodemográfica como el NSE evidenció que este influía indirectamente en el pensamiento matemático formal a través de la MT verbal (Zhu et al., 2025). Asimismo, se ha observado que este componente cognitivo también media parcialmente la relación entre la ansiedad matemática y el pensamiento matemático en estudiantes de educación básica inicial (Tapola et al., 2025), y básica media (Espósito et al., 2025).

La memoria de trabajo (MT) visoespacial regularmente ha sido relacionada con el pensamiento matemático informal en preescolares, pero también ha sido un predictor estable durante los primeros ciclos de la educación formal especialmente en tareas de cálculo escrito y aritmética mental (Allen et al., 2020; Ashkenazi et al., 2013; Mammarella et al., 2018; Szűcs et al., 2014). Asimismo, se ha encontrado que este componente cognitivo contribuye en el desempeño en tareas de suma y multiplicación (Bellon et al., 2019). Por otra parte, algunos autores señalan que los niños con dificultades en el aprendizaje matemático presentan un menor rendimiento en los procesos de actualización de la MT visoespacial, lo que se traduce en dificultades para recordar respuestas a preguntas simples en tareas de aritmética básica (Geary et al., 2012). Además, Geary et al. (2007) hallaron que la capacidad para comparar magnitudes no simbólicas (por ejemplo: pares de puntos), se relaciona con la MT visoespacial, y que los niños con una velocidad de procesamiento más lenta requieren un mayor esfuerzo cognitivo para analizar el tamaño o la cantidad de los conjuntos presentados.

Por otra parte, el estudio de Friso-Van der Ven et al. (2013) describen las trayectorias del desarrollo tanto de la MT verbal como la MT visoespacial, lo cual permite esclarecer la contribución específica de cada variable a lo largo de la trayectoria escolar. En primer lugar, los autores plantean que los niños más pequeños confían principalmente en representaciones visuales y espaciales, lo que les facilita organizar los números en una línea numérica mental y utilizar estrategias de conteo apoyadas en recursos físicos, como el uso de los dedos. Sin embargo, a medida que avanzan en el ciclo escolar, los conceptos matemáticos comienzan a exigir una mayor memorización verbal. En segundo lugar, tanto niños como adultos recurren a la MT visoespacial cuando enfrentan tareas novedosas, pero en la resolución de problemas matemáticos que implican conceptos automatizados, la MT verbal adquiere un papel predominante. Finalmente, ambos componentes de la MT responden a la especificidad del dominio: los problemas de suma y resta se relacionan más con la MT visoespacial, mientras que la multiplicación y división dependen en mayor medida de estrategias y recuperación verbal (Van de Weijer-Bergsma et al., 2015).

En cuanto al cuarto y último componente, el búfer episódico, se describe como un sistema de almacenamiento temporal con capacidad limitada que integra información procedente del bucle fonológico y de la agenda visoespacial. Este mecanismo facilita la adquisición del lenguaje, la percepción visual y las habilidades espaciales. Se considera que el búfer episódico también está bajo el control del ejecutivo central y se conecta estrechamente con la memoria a largo plazo (MLP) (Baddeley, 2003). Asimismo, este sistema mantiene la información a través de episodios que integran conocimientos y aprendizajes en una secuencia temporal y cronológica. Además, puede conservarse incluso en pacientes con deterioro cognitivo o alteraciones de la memoria. Cabe destacar que, debido a que el búfer episódico ha sido poco estudiado, la evidencia científica al respecto es limitada y existen pocas pruebas diseñadas para evaluar su funcionamiento en poblaciones con desarrollo típico y atípico (López, 2011). Por esta razón, no será objeto de análisis en la presente investigación.

Un aspecto que merece especial atención en la relación entre la memoria de trabajo (MT) verbal y visoespacial con el pensamiento matemático formal, es que no todos los estudios han encontrado una asociación consistente entre dichas variables (para revisiones ver Mazuera-Velásquez et al., 2025). Esta variabilidad en los hallazgos podría deberse, en parte, por las diferencias en los instrumentos seleccionados para evaluar los constructos. Mientras algunos estudios emplean tareas computarizadas de tipo experimental que controlan tanto la precisión como el tiempo de respuesta de los participantes (para revisiones ver Castro et al., 2017), otros utilizan pruebas con material concreto, cuyos resultados se obtienen a partir de la transformación de puntuaciones directas en percentiles.

En lo que respecta a la medición del ejecutivo central, algunos estudios han aplicado tareas diseñadas bajo el efecto de amplitud o el recuerdo serial en la modalidad verbal, como el recobro inverso o secuenciado de una serie numérica (por ejemplo: Castro et al., 2021: Hernández-Suarez et al., 2021), comúnmente conocido bajo la denominación de retención de dígitos en las distintas versiones de las escalas de inteligencia de Wechsler y baterías neuropsicológicas (López, 2011). Respecto a las matemáticas, los niños con bajo desempeño en el pensamiento matemático formal obtienen puntuaciones más bajas en las subpruebas de retención de dígitos (Castro et al, 2025, en prensa), así como en las habilidades numéricas tempranas (Aragón et al., 2015). Del mismo modo, para medir la MT visoespacial, algunos autores han aplicado tareas similares a los cubos de corsi, que son presentados en material concreto (bloques de madera), o han sido diseñados en interfaz computarizado, lo que permite incluir el tiempo de reacción (Castro et al., 2017; Formoso et al., 2017).

Otros estudios han administrado la tarea running memory, que mide el componente ejecutivo de la actualización de la MT, en el cual se debe atender a un listado de estímulos (por ejemplo, letras) y el objetivo es recordar las 4 últimos que se presentan (Stelzer et al., 2016). Mientras que algunas investigaciones han administrado tareas que exigen el monitoreo y actualización de la MT como el paradigma N-Back, en la que se presenta una secuencia de estímulos (visuales o auditivos), y los sujetos deben indicar si coincide o no con el mostrado N pasos antes (uno o dos) (Abreu-Mendoza, 2018; Bellon et al., 2019; Mazuera-Velásquez et al., 2025). Otra prueba similar, es el keeping-track, donde a los participantes se les muestra diferentes imágenes que corresponde a varias categorías semánticas, y sólo deben ser retenidas las figuras más recientes de cada categoría (Stelzer et al., 2016).

Por último, a pesar de que no se ha alcanzado un consenso unitario en el ámbito de la cognición numérica sobre la contribución específica de cada uno de sus componentes existen evidencias en común, que dejan claro que la MT está involucrada en el desarrollo del pensamiento matemático formal, por ello, es importante evaluar la MT en los primeros años de la educación formal, con el fin de aplicar las estrategias de intervención necesarias que permitan disminuir las barreras que puedan alterar el proceso de aprendizaje.

2.2.2 Inteligencia Fluida

La literatura científica ha reconocido ampliamente que la inteligencia es una de las habilidades cognitivas más estrechamente relacionadas con el éxito en el ámbito laboral (Strenze, 2007), así como un factor que favorece el crecimiento económico de las sociedades (Strenze, 2014). Además, se ha identificado como uno de los mejores predictores del rendimiento académico (Sibaja-Molina et al., 2019), en concordancia con hallazgos que muestran que los niños con un coeficiente intelectual elevado tienden a desarrollar mejores habilidades en lectura y matemáticas (Dunn et al., 2020; Peng et al., 2019).

Uno de los referentes más importantes en la investigación aplicada sobre inteligencia es David Wechsler (1943), quien la definió como la capacidad global del individuo para actuar de manera intencionada, pensar racionalmente y relacionarse eficazmente con su entorno. Desde esta perspectiva, se entiende que la inteligencia está compuesta por dos factores: intelectivos y no intelectivos. Los factores intelectivos se relacionan con habilidades cognitivas que pueden ser medidas mediante pruebas psicométricas, como la comprensión verbal, el razonamiento lógico o la memoria. Por su parte, los factores no intelectivos aluden a la capacidad de los individuos para interactuar eficazmente con su entorno, mostrando motivación y comportamientos orientados al logro (Jorge, 2012).

De cierta manera, esta concepción de la inteligencia nos remonta a la teoría bifactorial de Charles Spearman (1927), que es uno de los primeros investigadores que a nivel científico estudió este constructo, cuyo modelo teórico está fundamentado en el análisis factorial. Este autor, considera que las habilidades intelectuales pueden distinguirse a través de un factor general (g), y otro específico (s). El primero, hace referencia a un valor que resume la inteligencia general y se relaciona con la medida global que se obtiene a través de las escalas de inteligencia. El segundo, consiste en las habilidades que se expresan dependiendo de la aptitud evaluada, que no es igual a ninguna otra, por ejemplo, lectura de silabas y el razonamiento matemático (Brenlla, 2013; Pérez & Medrano, 2013).

Décadas más tarde, Carroll (1993, 1997) introdujo el modelo de los tres estratos, que también está basado en el análisis factorial, y hace mención a una serie de aptitudes o capacidades que están organizadas desde las básicas hasta las más generales. Las aptitudes primarias, incluye el razonamiento cuantitativo, fluidez de las ideas, tiempo de reacción, memoria a corto plazo, entre otros. En el segundo nivel o también denominado “complejo”, se encuentra la inteligencia fluida, cristalizada, el procesamiento visual-auditivo y la velocidad de procesamiento y, por último, el tercer estrato hace referencia al factor (g) de inteligencia.

Los conceptos generales que plantean estos autores, actualmente constituyen el modelo (CHC), Cattell-Horn-Carroll, que reconoce que las habilidades intelectuales se organizan en tres estratos, el primer nivel, está constituido por 70 componentes que se relacionan con las de segundo orden, que está compuesto por 16 habilidades donde se encuentra la velocidad de procesamiento, conocimiento cuantitativo y las habilidades de lectura y escritura, entre otros. Por lo tanto, el primer nivel, corresponde en términos psicométricos al factor g (Brenlla, 2013; Schneider & McGrew, 2012; Wechsler, 2003; Kaufman et al., 2015). El aspecto más importante de este modelo, es la distinción de Cattell entre inteligencia fluida y cristalizada y bajo este marco se denominan razonamiento fluido y comprensión/conocimiento (Schneider & McGrew 2018).

Cabe señalar que la presente investigación se centrará exclusivamente en el análisis de la inteligencia fluida, uno de los constructos propuestos por Cattell (1957). No obstante, a modo introductorio, también se definirá brevemente la inteligencia cristalizada. La inteligencia fluida se define como la capacidad para analizar y resolver problemas mediante el razonamiento inductivo y deductivo. Está relacionada con los aspectos biológicos y hereditarios que permiten a los individuos adquirir conocimiento y es independiente de la educación formal y la experiencia previa. Diversos autores han señalado que este predictor desempeña un papel fundamental en el desarrollo de habilidades numéricas (Dodonova & Dodonov, 2012; Gullick et al., 2011; Spinath et al., 2010). Esta afirmación se ve respaldada por estudios que muestran que los estudiantes con un mayor nivel de inteligencia fluida obtienen mejores resultados en las habilidades matemáticas (Aragón et al., 2015).

En cuanto a la inteligencia cristalizada, esta se refiere a la capacidad para aplicar estrategias y conocimientos adquiridos a través de la educación formal e informal, o a través experiencias culturales y sociales. Se compone principalmente de aptitudes relacionadas con la comprensión de conceptos verbales, lo que implica la habilidad para establecer relaciones semánticas, emitir juicios y formular conclusiones. Se ha planteado que la inteligencia fluida es la base de inteligencia cristalizada, y la relación entre estos dos factores es explicada a través de la teoría de la inversión, que plantea que la adquisición del conocimiento depende en mayor medida de la capacidad de la inteligencia fluida, lo que permitirá adquirir mejores habilidades cristalizadas. Asimismo, la inteligencia fluida es más importante en los primeros años de la escolarización especialmente en actividades de lectura, aritmética y razonamiento abstracto y la inteligencia cristalizada tiene más impacto en etapas más avanzadas en el desarrollo (Ramírez-Benítez, et al., 2016).

Algunos autores han analizado la influencia de la inteligencia cristalizada en los procesos de aprendizaje, encontrando que esta constituye un importante predictor en el desarrollo de habilidades lectoras (Bohórquez et al., 2014). La fuerte relación entre la Gc y las competencias lectoras también ha sido destacada en otros estudios, especialmente debido a la interacción entre las habilidades lingüísticas y los procesos cognitivos implicados en el rendimiento lector (Archibald et al., 2013; Floyd et al., 2012; Van Bergen et al., 2012). Asimismo, se ha propuesto que la inteligencia fluida también puede predecir el rendimiento lector, al igual que la inteligencia cristalizada, ya que durante las etapas iniciales de la escolarización, la exposición a textos escritos promueve la adquisición de nueva información, facilitando la consolidación de conceptos verbales que aún no forman parte del repertorio previo de los niños (Ramírez-Benítez et al., 2016).

Dado que el pensamiento matemático constituye un sistema complejo de conocimiento que requiere en gran medida del pensamiento abstracto, la inteligencia fluida desempeña un papel esencial en esta habilidad escolar (Vasilyeva et al., 2025). En este sentido, se ha planteado que, en niños en edad preescolar, este componente cognitivo es un predictor significativo del desarrollo de habilidades numéricas (Blankson & Blair, 2016). En esta misma línea, el estudio de Aragón et al. (2015), a través de un modelo de interacción compleja, identificó a la inteligencia fluida como una variable explicativa del rendimiento matemático en las primeras etapas del desarrollo. En consonancia con estos hallazgos, el metaanálisis de Peng et al. (2019) reveló que ésta variable presenta una asociación más fuerte con habilidades matemáticas complejas que con las más básicas, y esta relación se fortalece con la edad. Este resultado es consistente con el metaanálisis de Lin y Powell (2021), en el que se identificó a la inteligencia fluida como uno de los principales predictores del conocimiento de fracciones, una asociación que se mantiene a lo largo de la trayectoria escolar.

En continuidad con lo anterior, el estudio longitudinal de Green et al. (2016) demostró que la inteligencia fluida es el único predictor consistente del pensamiento matemático en un amplio rango de edad, que abarca desde la educación básica hasta la media. Esto evidencia que dicha variable desempeña un papel clave tanto en la adquisición de habilidades matemáticas elementales como en la resolución de problemas más complejos. De manera similar, Van Bergen et al . (2013) en un estudio longitudinal con niños de entre 4 y 8 años de edad, encontraron que la inteligencia fluida fue un predictor significativo del pensamiento matemático formal.

Si bien regularmente, se han planteado que la inteligencia fluida explica directamente el desarrollo del pensamiento matemático formal (Lin & Powell, 2021; Peng et al., 2019), su relación también se ha establecido de forma indirecta. En esta línea, el estudio de Zhou et al. (2022), mediante un modelo de mediación múltiple, mostró que dicho predictor explicó significativamente el desempeño matemático de niños en educación inicial a través del sentido numérico y la aritmética básica. Del mismo modo, el estudio de Passolunghi et al. (2015) y Passolunghi et al. (2022) también encontró un efecto indirecto de la inteligencia sobre las habilidades matemáticas.

Algunas evidencias han demostrado que la inteligencia fluida, puede desempeñarse como una variable mediadora o moderadora. Por ejemplo, Lukowski et al. (2017) a partir de un estudio de correlatos biológicos realizado con muestras de gemelos, plantearon que el sentido numérico posee un componente genético que influye en la capacidad matemática. Otras investigaciones, también han señalado que la inteligencia fluida actúa como moderador en la relación entre la memoria de trabajo y la resolución de problemas matemáticos (Fung & Swanson, 2017). Sin embargo, también ha mediado parcialmente la toma de perspectiva entendida como un proceso vinculado a la rotación mental y el desempeño en matemáticas (Harris et al., 2025).

Diversos estudios han analizado la relación entre la inteligencia fluida y el nivel socioeconómico, dado que se ha sugerido que los niños provenientes de familias con una posición económica favorable tienden a obtener mejores resultados académicos. Esta ventaja podría atribuirse a un mayor nivel de inteligencia, influido en parte por factores genéticos (Krapohl et al., 2014). En esta misma línea, el metaanálisis realizado por Peng et al. (2019) señala que un NSE alto potencia los efectos de la inteligencia fluida sobre el rendimiento en matemáticas. Por otro lado, aunque la evidencia aún es limitada, algunos autores han reportado una fuerte correlación entre la inteligencia fluida y la ansiedad matemática (Orbach et al., 2019). Asimismo, se ha observado que ésta variable como predictor de dominio general, media parcialmente la relación entre la ansiedad y el pensamiento matemático (Sraka et al., 2024), hallándose resultados similares en estudios previos (Schillinger et al., 2018).

Si bien numerosos estudios han señalado que la inteligencia fluida contribuye al pensamiento matemático, no siempre ha sido identificada como su principal predictor. Cuando se evalúa en conjunto con otros componentes cognitivos de dominio general, otras variables suelen presentar un mayor peso relativo en niños en edad preescolar (por ejemplo, Aragón et al., 2015), e incluso no ha emergido como predictor significativo del pensamiento matemático formal (Mazuera-Velásquez et al., 2025). No obstante, esto no resta importancia al papel que desempeña la inteligencia fluida en el desarrollo de habilidades matemáticas. Una de las razones que podrían explicar la variabilidad en los hallazgos es la diversidad de instrumentos utilizados para evaluar este constructo. Entre las pruebas más empleadas en la investigación se encuentra el test de matrices progresivas de Raven (por ejemplo, Cochrane et al., 2022; Chen, 2021; Fung & Swanson, 2017; Passolunghi et al., 2022; Soltani & Mirhosseini, 2019; Usai et al., 2018), o pruebas similares como el IQ Test (Cerda et al., 2015) y la Escala factor 1 G (Sibaja-Molina et al., 2019), así como su validez dentro del contexto cultural.

Para concluir, aunque no existe un consenso definitivo sobre el rol de la inteligencia fluida, ya sea como predictor directo, indirecto o como variable mediadora en la relación entre otras variables de dominio general, es evidente que desempeña un rol significativo en la adquisición del pensamiento matemático formal. Por ello, resulta fundamental identificar desde edades tempranas a aquellos niños que presentan un bajo desempeño en la inteligencia fluida, con el fin de intervenir oportunamente en sus dificultades y diseñar estrategias preventivas que favorezcan el desarrollo de sus habilidades matemáticas.

2.2.3 Control Inhibitorio

El control inhibitorio es uno de los componentes del funcionamiento ejecutivo que ha despertado un notable interés en las últimas décadas, especialmente en el ámbito educativo. Cuando esta función se encuentra alterada, suele asociarse con trastornos del neurodesarrollo, dificultades de aprendizaje, problemas de conducta, bajo rendimiento académico e incluso con la deserción escolar (Araujo, 2012; Ramos-Galarza & Pérez-Salas, 2017). Además, sin esta capacidad, las personas quedarían a merced de sus impulsos, desarrollando hábitos perjudiciales, pensamientos desadaptativos y respuestas motoras determinadas únicamente por estímulos del entorno (Diamond, 2013).

En la literatura científica, este constructo también es referido como inhibición, y se define como la capacidad para controlar impulsos y respuestas automáticas. Asimismo, implica la habilidad de ignorar estímulos irrelevantes y seleccionar conductas adaptativas que faciliten el cumplimiento exitoso de una demanda cognitiva (Diamond, 2016). Además, se considera un proceso top-down que orienta la conducta hacia metas específicas e interviene en situaciones que requieren atención selectiva o la postergación de una respuesta (Diamond, 2013).

Algunos modelos teóricos han señalado que el control inhibitorio también desempeña un papel en la regulación emocional (Schmeichel & Tang, 2014). Esta capacidad se consolida progresivamente a medida que los niños interiorizan normas y reglas sociales, y se ha relacionado con la habilidad para tomar conciencia y comprender de manera adecuada los fenómenos emocionales (Eduardo et al., 2016). Según Zelazo y Cunningham (2007), este constructo está vinculado a la motivación y resulta fundamental durante la etapa preescolar, ya que influye tanto en el desarrollo de competencias sociales como en la preparación para las exigencias académicas (Donovan, 2021).

Por otra parte, Diamond (2013) plantea que el control inhibitorio está compuesto por tres componentes fundamentales. El primero es la inhibición cognitiva, entendida como la capacidad para suprimir la interferencia de estímulos irrelevantes a nivel de pensamiento. El segundo es la inhibición atencional, que se refiere a la habilidad de mantener la atención focalizada en una tarea sin distracciones. Finalmente, la inhibición de la respuesta consiste en controlar conductas automáticas o previas que interfieren con la consecución de un objetivo actual (Introzzi et al., 2015).

Diversos autores sostienen que los componentes del control inhibitorio emergen en distintas etapas del desarrollo. Desde esta perspectiva, Gandolfi et al. (2014) señalan que resulta clínicamente más útil considerar este constructo como un proceso unitario en niños de entre 24 y 32 meses. Sin embargo, entre los 36 y 48 meses, se ajusta mejor un modelo bifactorial. En la misma línea, Cragg (2016), así como Martin-Rhee y Bialystok (2008), proponen que en los grupos etarios de 3 a 4 años y de 5 a 6 años es posible distinguir dos componentes: la inhibición cognitiva (supresión de interferencias) y la inhibición de respuesta (conductual), según lo respaldado también por Traverso et al. (2018). Por su parte, Fontana et al. (2021) sugiere que estos componentes se desarrollan de forma secuencial, siendo la inhibición de respuesta la que se adquiere primero, seguida por la inhibición cognitiva.

Por otro lado, el control inhibitorio se considera un predictor de dominio general estrechamente vinculado al pensamiento matemático (Aragón et al., 2015; Cueli et al., 2020; Passolunghi et al., 2012; Purpura et al., 2017; Montoya et al., 2019). Este componente es fundamental para filtrar información irrelevante durante la resolución de problemas numéricos (Friso-Van den Bos et al., 2013), tanto en niños con desarrollo típico (Allan et al., 2014; Gilmore et al., 2013) como en aquellos con desarrollo atípico, como es el caso de la discalculia del desarrollo (DC). En este sentido, diversos estudios han mostrado que los niños con DC presentan un menor rendimiento en tareas que requieren inhibición cognitiva, especialmente en actividades que implican el procesamiento de gráficos, palabras y números (Wang et al., 2012; Szűcs et al., 2013). De manera complementaria, Willcutt et al. (2013) reportaron déficits en la inhibición de respuesta en niños con este trastorno, hallazgos que coinciden con los de Zhang y Wu (2011), quienes identificaron debilidades en la capacidad de suprimir interferencias cognitivas durante tareas numéricas.

Por su parte, Clements et al. (2016) sostienen que la resolución de tareas aritméticas requiere la inhibición de conductas impulsivas, ya que esta habilidad permite comprender adecuadamente el problema y seleccionar las estrategias más eficaces para su solución. En la misma línea, Geary (2013) señala que, durante los primeros años de educación no formal, la capacidad para enfocar la atención e inhibir estímulos distractores resulta clave para el desarrollo de habilidades como el conteo y la asociación entre símbolos y cantidades numéricas. Asimismo, Purpura et al. (2017) destacan que el control inhibitorio desempeña un papel fundamental al bloquear información irrelevante, favoreciendo así la resolución exitosa de tareas que implican magnitudes numéricas.

En la misma línea, el control inhibitorio también se ha asociado con la capacidad de utilizar atajos mentales para resolver de manera rápida y precisa operaciones de suma y resta (Robinson & Dubé, 2013). Algunos estudios sugieren que este predictor de dominio general cobra especial relevancia en edades tempranas, cuando los niños comienzan a aplicar tanto estrategias básicas como más sofisticadas para resolver sumas. Además, resulta fundamental para inhibir respuestas automáticas numéricas que, aunque relacionadas, son incorrectas (por ejemplo, evitar responder "8" ante la pregunta "¿cuánto es 4 × 4?") (Cragg & Gilmore, 2014; Siegler & Araya, 2005).

Cabe señalar que aún existe debate respecto a la relación entre el control inhibitorio y el pensamiento matemático formal (Bellon et al., 2016; Wei et al., 2020). Algunos autores, como Miller et al. (2013), sostienen que este proceso de dominio general no constituye un predictor significativo del desempeño en habilidades numéricas cuando estas se evalúan a través del currículo escolar. No obstante, ciertos estudios han encontrado que el control inhibitorio desempeña un papel relevante en operaciones numéricas que exigen alternancia entre habilidades y estrategias, fenómeno conocido como cambio atencional (Espy et al., 2004; Van der Ven et al., 2012).

Una posible explicación para la heterogeneidad de los resultados encontrados en la literatura radica en el tipo de competencia matemática evaluada. Estas incluyen tareas como aritmética básica, comparación de magnitudes simbólicas y no simbólicas, estimación numérica, conteo, entre otras (Desoete et al., 2012). Asimismo, la variabilidad también puede atribuirse a la diversidad de tareas utilizadas para medir el control inhibitorio, las cuales difieren en función del componente específico que se pretende evaluar (Gilmore et al., 2015).

Para evaluar la inhibición cognitiva, comúnmente se utilizan tareas orientadas a la resolución de conflictos, como el efecto Stroop, que mide la regulación de la respuesta mediante la aplicación de reglas específicas. Sin embargo, debido a la naturaleza no completamente pura de esta evaluación, esta tarea clásica también involucra otros dominios del funcionamiento ejecutivo (Rueda et al., 2005). El efecto Stroop fue inicialmente desarrollado a partir de pruebas de palabras y colores realizadas en adultos (Golden, 2020). Actualmente, existen adaptaciones computarizadas que facilitan su aplicación, como las propuestas por Willoughby et al. (2010), Miller et al. (2016), Van der Ven et al. (2013), Esposito et al. (2013) y Mueller y Piper (2014). Asimismo, este paradigma ha sido ampliamente utilizado en investigaciones a nivel mundial con poblaciones infantojuveniles y adultas, tanto en contextos de desarrollo típico como en pacientes con traumatismos craneoencefálicos, trastornos mentales, estudios sobre consumo de sustancias psicoactivas y trastornos del aprendizaje, entre otros (Calleja & Hernández-Pozo, 2009; Martín-Martínez et al., 2015).

Para la población infantil, se han realizado adaptaciones de la versión original debido a que esta requiere un proceso automático de lectura. Dado que los niños que aún no han desarrollado dicha competencia no pueden llevar a cabo la interferencia cognitiva, se han creado versiones que reducen la carga verbal. Entre estas adaptaciones se encuentran el test “The Shape School”, la tarea bivalente de formas (The Bivalent Shape Task), la tarea de 4 pares (4 Pairs Task), el Stroop Big/Little, la tarea día/noche, el test niño/niña y el Stroop numérico. Estas versiones han sido implementadas en diversos contextos y poblaciones (Agostino et al., 2010; Willoughby et al., 2010; Poulin-Dubois et al., 2011; Hughes, 2011; Wiebe et al., 2011; Miller, 2012; Van der Ven et al., 2012; Esposito et al., 2014). Además, diversas investigaciones sobre el aprendizaje matemático han aplicado regularmente tareas basadas en el efecto stroop, lo cual ha permitido conocer la relación entre el control inhibitorio y el pensamiento matemático (Aragón et al., 2015; Pellizzoni et al., 2020; Presentación et al., 2015; Navarro et al. 2011; Ruiz et al., 2019; Szucs et al.,2013; Van der Ven et al., 2012).

Otros estudios han utilizado tareas diseñadas para medir la inhibición de la respuesta conductual, cuyo enfoque teórico plantea que los niños deben emitir una conducta habitual y, al recibir una señal específica, inhibir dicha respuesta prepotente (Gilmore et al., 2015). El paradigma más comúnmente asociado a este tipo de inhibición es la prueba Go/NoGo, la cual ha sido ampliamente empleada en investigaciones clínicas (Abdul Rahman et al., 2017; Barry et al., 2022; Criaud & Boulinguez, 2013; Smith et al., 2013; Wessel, 2018), aunque su uso en estudios sobre el aprendizaje matemático ha sido más limitado (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; De Weerdt et al., 2013).

Otra explicación teórica para los hallazgos diferenciales entre las habilidades numéricas y el control inhibitorio radica en la amplia variedad de contenidos matemáticos evaluados en las distintas investigaciones. Es importante destacar que el aprendizaje matemático es una habilidad multidimensional que abarca el conocimiento fáctico, procedimental y conceptual (Gilmore et al., 2015). El conocimiento fáctico se relaciona con el uso de la memoria para evocar conceptos numéricos, como, por ejemplo, las tablas de multiplicar. El conocimiento procedimental hace referencia a la aplicación de pasos, técnicas y estrategias para resolver operaciones numéricas, como el acarreo en sumas. Finalmente, el conocimiento conceptual implica la comprensión de los principios subyacentes en cada operación matemática, es decir, entender que en la suma se agregan elementos, mientras que en la resta se disminuyen las cantidades numéricas (Rittle-Johnson & Schneider, 2014).

En consecuencia, es probable que el control inhibitorio ejerza un efecto diferencial dependiendo del componente matemático evaluado (Cragg & Gilmore, 2014). Algunos hallazgos respaldan esta idea, como el estudio de Campbell et al. (2011), que analizó el conocimiento fáctico y encontró que la recuperación de hechos numéricos puede verse interferida por distractores en la resolución de ejercicios de suma y multiplicación. Esto ocurre porque operaciones con conceptos similares, como el número 28, pueden interferir con la evocación de la respuesta correcta para 4×8 (operaciones vecinas). De manera similar, el número 9 puede generar confusión en los niños al resolver la suma $3 + 3$.

En cuanto a las habilidades procedimentales, Lemaire y Lecacheur (2011) encontraron que los niños con un mejor desempeño en la inhibición cognitiva aplicaban una mayor variedad de estrategias para resolver operaciones matemáticas, en contraste con aquellos con bajo rendimiento, quienes mostraron menor flexibilidad para emplear diferentes tácticas. Esta evidencia coincide con lo reportado por Gilmore et al. (2015), quienes señalaron que la inhibición se relaciona específicamente con las habilidades matemáticas de tipo procedimental en niños de entre 11 y 14 años. Según Robinson y Dubé (2013), los niños que presentan dificultades en el control inhibitorio tienden a apoyarse más en las habilidades procedimentales que en las conceptuales, lo cual obstaculiza su desempeño en la resolución de operaciones matemáticas. Por su parte, Gilmore et al. (2015) observaron que la inhibición cognitiva no se relacionó con las habilidades conceptuales en los participantes más jóvenes, pero sí fue un predictor importante en adultos, favoreciendo su rendimiento en esta área.

Finalmente, aunque diversas evidencias señalan que el control inhibitorio es un predictor fundamental del dominio general y desempeña un papel crucial en el pensamiento matemático formal , aún no existe consenso en la comunidad científica. Esta falta de acuerdo puede atribuirse a la diversidad de rangos etarios evaluados, así como a la variabilidad en los componentes del control inhibitorio y en los contenidos matemáticos analizados. Por ello, resulta fundamental continuar profundizando en el papel que desempeña este precursor, especialmente durante las primeras etapas de la educación formal

2.2.4 Cambio Atencional

El cambio atencional es considerado un componente crucial del funcionamiento ejecutivo (Spaniol et al., 2022; Miyake & Friedman, 2012), y es la capacidad para realizar cambios en un conjunto de reglas a situaciones novedosas o inesperadas según la demanda de una tarea (Panesi & Morra, 2020; Talpos & Shoaib, 2015). El primer paso de este constructo, consiste en crear una estrategia para solucionar un problema, mientras la memoria de trabajo almacena y manipula dicha información, y como segundo paso, es optar por otro tipo de estrategia, mientras se inhibe la primera regla (Best & Miller, 2010).

Diversos estudios han demostrado que el cambio atencional es fundamental para el éxito en actividades académicas (Miranda et al., 2022; Yeniad et al., 2014), está relacionado con el desarrollo de las habilidades lectoras (Latzman et al., 2010; Van der Sluis et al., 2007) y se considera un predictor clave del dominio general de la cognición numérica (Agostino et al., 2010; Clark et al., 2019; Passolunghi & Pazzaglia, 2004, 2005). Se ha planteado que este proceso cognitivo facilita el cambio de estrategias necesarias para la resolución de problemas matemáticos complejos (Clements et al., 2016), así como la capacidad de alternar entre diferentes operaciones numéricas que involucran diversos formatos de presentación, como tareas que combinan números arábigos con conjuntos de puntos que representan cantidades no simbólicas (Castro et al., 2021).

Varios hallazgos respaldan el papel fundamental que desempeña el cambio atencional en la resolución de problemas aritméticos y en el procesamiento numérico básico (Dehaene et al., 2004; Yeniad et al., 2013). Algunas evidencias sugieren que este proceso se relaciona con la representación espacial de los números, debido a una superposición anatómica en regiones como la corteza parietal posterior, la cual está implicada tanto en el rastreo visual como en la alternancia atencional (Dehaene et al., 2003; Hubbard et al., 2005; Zorzi et al., 2002). A estas evidencias se suma el estudio de Poorghorban et al. (2018), que encontró que niños con bajo rendimiento en habilidades numéricas presentan déficits en el cambio atencional en comparación con sus pares de mejor desempeño en matemáticas. De manera similar, Castro et al. (2021) reportan que los niños con dificultades en aritmética básica muestran limitaciones tanto en el cambio atencional como en la eficiencia de la atención ejecutiva. Por el contrario, el grupo control evidenció correlaciones significativas entre la capacidad de cambio atencional y habilidades como la subitización, la comparación simbólica y el conteo, lo que refuerza la asociación entre estos procesos atencionales y los predictores generales del pensamiento matemático formal (Bull & Scerif, 2001; Van der Sluis et al., 2007)

Asimismo, dos metaanálisis realizados por Friso-van den Bos et al. (2013) y Yeniad et al. (2013) evidencian una asociación significativa entre el cambio atencional y el rendimiento en matemáticas en población infantil. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Masson et al. (2018), quienes identificaron una relación entre el cambio atencional y la aritmética mental (sumas y restas), observada a través de movimientos oculares dirigidos hacia la derecha cuando los participantes identificaban el operador y resolvían el problema. Este patrón es coherente con estudios previos que han explorado la vinculación entre atención y procesamiento numérico (Masson & Pesenti, 2014; Mathieu et al., 2016; Wiemers et al., 2014). En el contexto chileno, un estudio de predictibilidad múltiple reveló que el cambio atencional fue la segunda variable con mayor poder explicativo de la variabilidad en el rendimiento en aritmética en niños de educación básica (Mazuera-Velásquez et al., 2025).

Del mismo modo, investigaciones sobre el pensamiento matemático formal han explorado la relación entre la magnitud numérica y la respuesta motora, fenómeno conocido como efecto de asociación espacial-numérica de códigos de respuesta (SNARC, acrónimo en inglés). Este efecto describe la tendencia de los niños a responder más rápidamente con la mano derecha ante números grandes y con la mano izquierda ante números pequeños (Dehaene et al., 1993; Knops et al., 2009). Algunos autores sugieren que, al resolver tareas relacionadas con el efecto SNARC, los individuos representan la información numérica a lo largo de una línea mental numérica (Dehaene et al., 1990; Dehaene et al., 1993), proceso en el que el cambio atencional juega un papel fundamental, ya que facilita la ubicación espacial de los números (Felisatti et al., 2022; He et al., 2020; Ranzini et al., 2009; Schuller et al., 2015). De manera similar, el estudio de Masson et al. (2018) analizó cómo la resolución de operaciones aritméticas puede inducir un cambio atencional: al resolver sumas, la atención tiende a desplazarse hacia la derecha cuando el resultado es un número mayor, mientras que al resolver restas, podría dirigirse hacia la izquierda, dado que el resultado es menor. Este fenómeno favorece el cálculo y ayuda a reducir las posibles respuestas a un problema matemático.

Del mismo modo, el estudio de Masson et al. (2024) señala que los niños utilizan la atención espacial y el cambio atencional al resolver problemas matemáticos. Sin embargo, a medida que avanzan en su formación escolar y amplían su repertorio de habilidades matemáticas, comienzan a mostrar conductas anticipatorias durante la resolución de problemas. Por ello, cuando se realizan cambios atencionales en una dirección opuesta a la disposición habitual de las cantidades, como en una recta numérica organizada de menor a mayor, se ve afectado negativamente el rendimiento en la resolución de problemas aritméticos, un fenómeno que también ha sido observado en adultos jóvenes (Masson et al., 2017; Masson & Pesenti, 2023). Estudios neuropsicológicos han demostrado que la incapacidad adquirida para dirigir la atención hacia la derecha se asocia con dificultades en la resolución de sumas de varios dígitos, mientras que la dificultad para desplazar la atención hacia la izquierda se vincula con un deterioro en la realización de restas complejas (Masson et al., 2018). Estos hallazgos contribuyen a comprender cómo este predictor de dominio general está implicado en el cálculo numérico en la población infantil.

En contraposición a lo anterior, algunas evidencias no han encontrado una relación significativa entre el cambio atencional y el pensamiento matemático formal. Por ejemplo, Agostino et al. (2010), mediante un modelo de interacción compleja, demostraron que el cambio atencional no fue un predictor relevante para la resolución de problemas verbales de multiplicación en niños de 8 a 13 años. Asimismo, diversos estudios que replicaron el efecto SNARC sugieren que la identificación de distintas magnitudes numéricas no se asocia con cambios espaciales en la atención (Colling et al., 2020; Clement et al., 2020; Pellegrino et al., 2019).

En adición a lo anterior, un estudio de predicción múltiple realizado por Aragón et al. (2015) descartó el cambio atencional como un predictor significativo del conocimiento matemático temprano en niños de 5 años. Resultados similares fueron reportados por Van der Sluis et al. (2004), quienes encontraron que el cambio atencional no explicó la variabilidad en la resolución de tareas aritméticas. Estos autores sugieren que la falta de asociación podría deberse a la homogeneidad de las actividades utilizadas, que consistieron principalmente en ejercicios de suma, resta y multiplicación, los cuales no requerían la aplicación de estrategias complejas. Si bien los hallazgos sobre la relación entre el cambio atencional y la cognición numérica no son concluyentes, la inconsistencia en los resultados se ha atribuido a la ausencia de un consenso claro en la medición del constructo en población infantil. En este sentido, algunas tareas demandan la inferencia y comprensión de reglas arbitrarias que implican recursos cognitivos adicionales, los cuales no suelen estar plenamente desarrollados en edades tempranas (Reidll et al., 2022).

Uno de los instrumentos más utilizados en la investigación es la tarea Dimensional Change Card Sort (DCCS) (Zelazo, 2006). En esta tarea, los participantes deben deducir las instrucciones por sí mismos, cuyo objetivo es clasificar tarjetas que contienen estímulos bidimensionales, según los criterios de forma y color. Según algunos autores, se ha observado que a los 5 años los niños son capaces de comprender el cambio de reglas que plantea esta clásica tarea (Doebel & Zelazo, 2015). Sin embargo, se ha señalado que los niños de 3 años presentan dificultades para redirigir su atención y aún no logran representar un objeto en dos dimensiones, lo que les impide alternar correctamente entre los criterios de clasificación (Kloo & Perner, 2005; Landry et al., 2017; Reidll et al., 2022).

Otros estudios emplean tareas de cambio de reglas en las que las instrucciones y los criterios de alternancia son explícitos, como el Trail Making Test. Este test consta de dos fases: en la primera, se debe unir rápidamente con líneas los números dispuestos de manera aleatoria en una hoja, siguiendo un orden ascendente (por ejemplo, del 1 al 2, del 2 al 3, y así sucesivamente). En la segunda fase, el trazo debe alternar entre números y letras de forma consecutiva (por ejemplo, del 1 a la letra A, de la A al 2, y así sucesivamente) (Reitan & Wolfson, 2004). Por lo tanto, la presentación o inferencia de reglas e instrucciones involucra distintos procesos cognitivos, como la inteligencia, el lenguaje y otros dominios ejecutivos, los cuales varían en la demanda de cambio atencional. Esta variabilidad en la carga cognitiva ha contribuido a las diferencias observadas en los resultados de diversas investigaciones (Yeniad et al., 2013)

A pesar de las inconsistencias respecto al papel que desempeña el cambio atencional en el pensamiento matemático formal, resulta fundamental seguir explorando esta relación. Diversos estudios, tanto en desarrollo típico como atípico, han evidenciado que este predictor de dominio general influye en las habilidades numéricas, lo que subraya la importancia de incluirlo en la evaluación cognitiva, especialmente en edades tempranas (Nunes et al., 2022) y durante los primeros ciclos de la educación formal. Esto permite orientar de manera más efectiva los procesos de intervención, así como profundizar en otros factores que subyacen al pensamiento matemático.

2. 3. Predictores de Dominio Específico

La adquisición del pensamiento matemático en edades tempranas facilita la comprensión y aplicación de patrones numéricos básicos, tales como el concepto de cantidad, la estimación y el conteo. Esto permite que los niños vinculen dichos conocimientos con su entorno y se comuniquen a través de un pensamiento numérico (Zevenbergen et al., 2004), considerado la base fundamental para el desarrollo de habilidades aritméticas más complejas (Feigenson et al., 2004).

Diversos estudios han investigado los factores predictivos que subyacen al pensamiento matemático formal y su papel crucial en niños en riesgo de presentar dificultades en competencias numéricas (Aragón et al., 2015; González-Castro et al., 2014; Navarro et al., 2011). Estos niños requieren procesos de intervención para fortalecer sus habilidades aritméticas, las cuales son indispensables en múltiples aspectos de la vida cotidiana (Peake et al., 2017; Dunphy et al., 2014).

Desde una perspectiva cognitiva, se habla de predictores de dominio específico (Aragón et al., 2015; Aragón et al., 2016; Aragón et al., 2019; Passolunghi & Lanfranchi, 2012; Nosworthy et al., 2013), que son habilidades que no solo contribuyen al aprendizaje matemático, sino que también intervienen en el desarrollo de otras competencias escolares, como la lectura (Contreras et al., 2021; Muñoz et al., 2019). Ejemplos de estas habilidades incluyen la comparación de magnitudes numéricas, la estimación de cantidades y el conteo (Aragón et al., 2016; Estévez-Pérez et al., 2019; Sella et al., 2018; Zhu et al., 2017).

A continuación, se analizarán los predictores de dominio específico abordados en este estudio, tales como la comparación de cantidades simbólicas y no simbólicas, la estimación numérica y el conteo. Asimismo, se presentarán los hallazgos más relevantes sobre la relación entre estas variables y el aprendizaje matemático, junto con las tareas características que miden estas capacidades y sus respectivos efectos.

2.3.1 Sistema Numérico Aproximado y el Sistema Numérico Simbólico

Según la literatura científica, el Sistema Numérico Aproximado (en adelante SNA) se refiere a la capacidad numérica no simbólica, definida como la habilidad para comparar y estimar cantidades sin utilizar códigos arábigos, es decir, de manera análoga y de forma independiente al lenguaje. Diversos estudios han analizado este sistema en animales, como monos y aves, y han demostrado que poseen circuitos neuronales específicos para el procesamiento numérico, incluso sin haber recibido entrenamiento. Estos animales muestran una mayor atención hacia conjuntos con mayor cantidad de elementos en comparación con aquellos con menor número de objetos (Dehaene, 2019; Ditz & Nieder, 2015; Viswanathan & Nieder, 2013).

Investigaciones con bebés de 6 a 7 meses han encontrado que estos son capaces de percibir cambios en la cantidad de objetos presentados (Starkey & Cooper, 1980). Asimismo, estudios con recién nacidos indican que pueden discriminar entre dos y tres objetos, así como entre dos y tres sonidos (Dehaene, 2019). Aunque estas primeras capacidades cuantitativas son básicas, la discriminación numérica se perfecciona progresivamente conforme los niños avanzan en su desarrollo (Dehaene, 1997; Xu & Arriaga, 2007). Autores como Von Aster y Shalev (2007) sostienen que el SNA tiene una base genética, lo que explica por qué bebés muy pequeños pueden percibir y discriminar cantidades exactas en conjuntos pequeños mediante la subitización, y aproximarse a cantidades mayores con una precisión difusa. Esto evidencia que estas habilidades preverbales están disponibles desde los primeros meses de vida y son consideradas sistemas numéricos fundamentales (Feigenson et al., 2004).

En consonancia con lo anterior, se ha planteado que la intuición y manipulación de nociones aritméticas básicas se apoyan en una arquitectura cerebral y conexiones neuronales heredadas a lo largo de la evolución, localizadas en áreas occipito-temporales. Por ejemplo, la percepción visual, que en tiempos ancestrales facilitaba la caza, hoy es fundamental para actividades complejas como la lectura y la identificación de símbolos matemáticos, permitiendo comprender la relación entre números y conjuntos de objetos (Dehaene, 2019). Este planteamiento se conoce como la hipótesis del reciclaje neuronal (Dehaene, 2009). Bajo esta perspectiva, se ha señalado que los módulos cerebrales han sufrido cambios por razones específicas, de modo que para aprender matemáticas utilizamos circuitos neuronales que han sido “reciclados” por la cultura para desempeñar estas funciones. Así, cuando los niños ingresan al sistema educativo, la enseñanza de números y letras incorpora nuevos usos a su sistema cerebral, que originalmente estaba orientado a la supervivencia, especializándose ahora en la comprensión e identificación de códigos que facilitan la resolución de tareas numéricas mediante la activación de distintas áreas cerebrales (Dehaene, 2016).

Una característica esencial del SNA es la estimación numérica, que permite percibir y asignar un valor aproximado a un conjunto de elementos de manera rápida, sin necesidad de contar cada estímulo (Formoso et al., 2017; Feigenson et al., 2004; Gallistel, 2011). Cuando se discrimina entre distintas numerosidades, estas se representan mentalmente en una línea numérica que va de izquierda a derecha, y la precisión en la estimación disminuye a medida que aumentan las cantidades (Inglis & Gilmore, 2014). Adicionalmente, para evaluar la precisión del SNA se utiliza el índice de la ley de Weber (w), una medida psicofísica que determina la mínima diferencia perceptible necesaria para distinguir entre dos conjuntos numéricos. Dehaene (2003) explica que un valor bajo de w indica mayor precisión en la estimación numérica (Halberda et al., 2008), mientras que un valor alto refleja dificultades en el procesamiento de magnitudes numéricas (Mundy & Gilmore, 2009; Stelzer et al., 2015).

Lo anterior es consistente con la investigación de Cañizares y Crespo (2011), quienes analizaron el efecto de *w* en niños con desarrollo típico y atípico en el aprendizaje matemático. En su estudio, el grupo identificado con discalculia del desarrollo (DD) mostró estimaciones imprecisas al discriminar una nube de puntos y calcular su cantidad, a pesar de que se les presentó un inductor verbal (por ejemplo, el número 30) para mejorar sus aproximaciones. En contraste, el grupo normotípico logró una mejor sintonización, acercándose más a la numerosidad real (Castro & Crespo, 2011). Resultados similares han sido reportados en otros estudios, donde participantes con DD presentan aproximaciones menos precisas, lo cual se relaciona con sus dificultades en el aprendizaje aritmético (Piazza et al., 2010). Esta característica también ha sido observada en adultos (Izard & Dehaene, 2007).

Por otro lado, existe evidencia que señala imprecisiones en las estimaciones de cantidades incluso en población adulta escolarizada, con una tendencia general a la subestimación. Sin embargo, cuando los sujetos reciben información simbólica numérica, logran calibrar mejor sus estimaciones, lo que sugiere que el manejo numérico fortalece el sistema no simbólico, perfeccionando las habilidades para comparar y aproximar cantidades (Pica et al., 2004). A partir de estos hallazgos, se ha planteado la hipótesis de la existencia de un interfaz que conecta la información no simbólica (aproximada) con la simbólica (verbal), ya que la variabilidad en las estimaciones disminuye cuando se dispone de una etiqueta numérica que guía la capacidad de calcular la cantidad percibida en una matriz de puntos (Castro & Reigosa, 2011; Izard & Dehaene, 2007; Lipton & Spelke, 2005).

Lo anterior ha sido denominado como la hipótesis del déficit en el acceso, una teoría cognitiva que busca explicar los mecanismos subyacentes a la discalculia del desarrollo (DD). Según esta hipótesis, los niños con un rendimiento atípico en el procesamiento numérico básico no mejoran en la estimación de cantidades, incluso cuando reciben información simbólica. Sin embargo, su trayectoria de aprendizaje sigue un patrón similar al de los niños normotípicos y los adultos, aunque con mayor lentitud y una mayor tasa de errores (Rousselle & Noël, 2007). Estos hallazgos respaldan la evidencia de que la capacidad para aproximar magnitudes numéricas posee un carácter innato y congénito (Castro & Reigosa, 2011).

Además, se ha observado que tanto niños como adultos con desarrollo típico siguen un patrón similar en este tipo de tareas: sus estimaciones tienden a alejarse de la cantidad real, mostrando una tendencia a subestimar las cantidades cuando se enfrentan a nubes de puntos distribuidos de forma irregular, especialmente cuando la magnitud a calcular es grande (Castro & Reigosa, 2011; Izard & Dehaene, 2007). Sin embargo, si la matriz de puntos está acompañada por un código arábigo (por ejemplo, el número 30), los cálculos se ajustan más al valor real (Dehaene, 2009). Autores como Izard y Dehaene (2008) sostienen que las subestimaciones reflejan una dispersión conocida como la propiedad de la variabilidad escalar, según la cual la media y la desviación estándar de las respuestas aumentan proporcionalmente con el incremento de las cantidades, manteniéndose constante en todas las numerosidades presentadas. Esta variabilidad no se modifica al recibir información verbal sobre las cantidades a estimar, aunque sí se ha detectado una disminución en la dispersión entre las respuestas de los ítems evaluados.

También se ha observado que el patrón de variabilidad en las tareas de estimación numérica no es exclusivo de un grupo etario, sino que está presente a lo largo de todo el desarrollo (Libertus & Brannon, 2010; Piazza et al., 2010). Esta característica se ha evidenciado incluso en bebés de pocos meses de vida, quienes son capaces de discriminar conjuntos de elementos con una proporción numérica de 1:3. A los seis meses, su precisión mejora a una proporción de 1:2, y hacia el primer año de vida alcanza una proporción de 2:3 (Izard et al., 2009; Lipton & Spelke, 2003). Más adelante, entre los 3 y 4 años, los niños ya pueden percibir diferencias entre conjuntos con una proporción de 3:4, y en la adultez esta sensibilidad continúa refinándose, permitiendo discriminar proporciones tan cercanas como 7:8 (Halberda & Feigenson, 2008).

Un índice confiable para evaluar el SNA es la clásica tarea de comparación no simbólica, cuyo propósito es identificar cuál de dos conjuntos contiene una mayor o menor cantidad de elementos. Esta tarea permite observar tres efectos característicos del procesamiento numérico: el efecto de distancia, el efecto de magnitud y el efecto de proporción. El efecto de distancia se refiere a la mayor facilidad para discriminar cantidades numéricas cuando la diferencia entre ellas es amplia (por ejemplo, comparar 2 y 7 objetos es más sencillo que comparar 3 y 4) (Castro & Crespo, 2011). Por su parte, el efecto de magnitud indica que la comparación entre conjuntos pequeños (por ejemplo, entre 10 y 20 elementos) se realiza con mayor rapidez y precisión que entre conjuntos grandes (por ejemplo, entre 60 y 70 elementos) (Dehaene, 1997). Finalmente, el efecto de proporción señala que la precisión en la estimación numérica mejora cuando los conjuntos a comparar difieren en una proporción más amplia. Así, las personas discriminan con mayor rapidez un conjunto con una razón de 2:1 (por ejemplo, 4 y 8 elementos) que uno con una proporción más reducida, como 1.5:1 (por ejemplo, 4 y 6 elementos) (Dehaene, 2003; Lindskog et al., 2013; Xu & Arriaga, 2007).

Es importante señalar que las habilidades para comparar y estimar cantidades se desarrollan progresivamente. Aunque los niños en edad preescolar pueden resolver problemas aritméticos simples, lo cual refleja el uso de representaciones mentales simbólicas, aún dependen de habilidades preverbales, ya que no dominan completamente el cálculo exacto (Gilmore et al., 2007). A medida que avanzan en su formación educativa, su desempeño en estas tareas se vuelve más rápido y eficiente (Von Aster & Shalev, 2007). En este contexto, aunque el SNA y el Sistema de Comparación de Precisión (SCP) son considerados innatos y se basan en la estimación y comparación numérica, algunos teóricos proponen que estos constituyen la base del sistema simbólico y, por tanto, de la representación exacta de la cantidad. Sin embargo, esta afirmación es objeto de debate, ya que se ha planteado que la representación numérica simbólica podría desarrollarse de manera independiente al SNA (Leibovich & Ansari, 2016; Reynvoet & Sasanguie, 2016). A pesar de ello, lo que sí es ampliamente aceptado es que en edades tempranas interactúan las habilidades preverbales con el conteo, lo que es fundamental para desarrollar la línea numérica mental, comprobando de esta forma la relación que existe entre el SNA y el sistema simbólico, dado que paulatinamente se establecerá el principio de correspondencia uno a uno con su respectiva etiqueta numérica verbal, lo que sugiere la asociación ambos sistemas de representaciones mentales numéricas (Libertus, 2015; Peake et al., 2021).

En línea con el párrafo anterior, la relación entre el SNA y el sistema simbólico permite establecer la correspondencia entre los numerales y las cantidades que estos representan. Aunque este proceso es complejo y lento, ha generado interrogantes sobre cómo se establece dicha asociación. Como respuesta a esta inquietud, han surgido diversas explicaciones, entre las cuales destaca la hipótesis de la correspondencia del SNA. Esta sostiene que el significado de los números, ya sea en formato verbal o análogo, se construye a partir de su representación interna. Dicha hipótesis se fundamenta en cuatro supuestos principales:1) El carácter innato del sistema de representación. 2) La similitud que existe entre las tareas de comparación no simbólica y simbólica donde se evidencia los efectos de distancia, magnitud y proporción. 3) La activación de zonas cerebrales similares al resolver tareas de ambos sistemas como el surco intraparietal lo cual ha sido evidenciado en estudios de neuroimágenes (Libertus et al., 2007; Notebaert et al., 2011), y 4) El papel predictivo del SNA en la adquisición de habilidades aritméticas y de cálculo (Dehaene, 2011; Peake et al., 2021).

Si bien la propuesta anterior ha sido bien recibida por teóricos centrados en el estudio de la cognición numérica, también ha surgido una segunda explicación: la hipótesis de la asociación símbolo-símbolo, también conocida como bootstrapping (Carey, 2009; Reynvoet & Sasanguie, 2016). Esta hipótesis plantea que el sistema simbólico es independiente del SNA y se desarrolla a partir de la experiencia y de la educación formal e informal. Según esta perspectiva, el sistema simbólico tiene sus raíces en el Sistema de Cantidades Pequeñas (SCP), en el cual inicialmente se utilizan etiquetas verbales para nombrar los primeros números. Este uso facilita la comprensión del concepto de ordinalidad y, con ello, permite establecer el orden entre cantidades mayores y de mayor complejidad. En este marco, la correspondencia entre las etiquetas verbales y los numerales arábigos se basa en representaciones aproximadas que estos denotan. Este proceso da lugar a la comprensión de principios fundamentales como la ordinalidad, la cardinalidad y la función del sucesor, los cuales desempeñan un papel esencial en el aprendizaje del conteo y en el desarrollo del pensamiento matemático de nivel superior (Leibovich & Ansari, 2016; Peake et al., 2021; Merkley & Ansari, 2016).

Retomando el sistema de representación simbólica, este se refiere a la capacidad para manipular y estimar cantidades numéricas mediante el uso de códigos arábigos. Esta habilidad permite acceder a representaciones exactas de cantidad (Dehaene & Marques, 2002; Gallistel & Gelman, 2005) a través del conteo y del dominio de operaciones aritméticas básicas, como la suma y la resta, que emplean símbolos numéricos para agrupar o separar conjuntos (Formoso et al., 2017). Es importante destacar que el procesamiento de información simbólica depende del lenguaje y de factores culturales, siempre en un contexto adecuado. A medida que este sistema se desarrolla y se consolida, también mejora la capacidad para manipular cantidades no simbólicas (Pica et al., 2004). Esta relación ha sido estudiada mediante el uso de la línea numérica mental, la cual actúa como una interfaz que permite utilizar representaciones simbólicas para estimar cantidades de forma aproximada.

Ahora bien, es importante definir en qué consiste el módulo numérico, también conocido como el código interno de la numerosidad. Este sistema tiene como función principal la representación mental de la cantidad exacta de elementos en un conjunto (cantidades discretas), independientemente de sus características físicas o espaciales (cantidades continuas), y se modifica progresivamente con la intervención del aprendizaje. El módulo numérico también refleja una capacidad innata para la cuantificación, ya que incluso antes de adquirir los principios del conteo, los niños poseen lo que Butterworth (2005) denomina "numerones": secuencias ordenadas de conceptos basadas en la cantidad o numerosidad de los elementos. Además, el funcionamiento del módulo numérico depende de áreas cerebrales interconectadas por circuitos neuronales especializados, donde las cantidades numéricas son mapeadas hacia un código interno donde cada numerosidad se representa como un conjunto (Butterworth, 2005; Zorzi et al., 2005). Este sistema está relacionado con la corteza prefrontal que activa y coordina el cerebro para establecer asociaciones simbólicas de los números, información que luego es transmitida a la corteza parietal inferior, para favorecer el aprendizaje del cálculo, esta zona cerebral también se asocia con el desarrollo del lenguaje, y a medida que los niños aprenden a verbalizar los números, la actividad cerebral se orienta al hemisferio izquierdo (Valdivieso, 2016; Dehaene, 2011).

Es importante señalar que el módulo numérico se sustenta en dos procesos fundamentales: 1) la abstracción numérica, entendida como la capacidad de representar la cantidad de un conjunto sin depender de las propiedades específicas de sus elementos, y 2) el razonamiento numérico, relacionado con la habilidad de utilizar esas representaciones numéricas en operaciones aritméticas como la suma, la resta, la multiplicación y la división (Gelman & Gallistel, 1986). Aunque no hay duda sobre la relevancia del módulo numérico, al igual que del SNA, en el desarrollo de las capacidades aritméticas, ambos, por sí solos, no son suficientes para explicar la adquisición completa de los conceptos matemáticos. Esto sugiere que están estrechamente vinculados con las habilidades aritméticas básicas y que, como representaciones subyacentes del sistema numérico nuclear, constituyen la base sobre la cual se construyen competencias matemáticas de mayor complejidad. En este sentido, uno de los desafíos de la educación es identificar qué actividades psicológicas están disponibles para los niños, a fin de aplicar estrategias que faciliten efectivamente su aprendizaje (Feigenson et al., 2004).

En continuidad con lo planteado anteriormente, McCandliss (2010) sostiene que las experiencias en el contexto educativo moldean los circuitos neuronales del cerebro que dan origen a diversas destrezas cognitivas. El pensamiento matemático induce cambios en el desarrollo cerebral desde etapas tempranas, por lo que la adquisición de habilidades numéricas no depende únicamente del repertorio cognitivo individual de cada niño, sino también de la correcta aplicación de métodos pedagógicos. En consecuencia, el sistema educativo juega un papel fundamental en este proceso.

2. 3. 2 Comparación No Simbólica y Simbólica.

Numerosas investigaciones científicas han propuesto que la comparación simbólica y no simbólica se consideran predictores de dominio específico (Alloway & Passolunghi, 2011; Passolunghi & Lanfranchi, 2012; Schneider et al., 2017) y contribuyen al desarrollo de habilidades numéricas tempranas (Aragón et al., 2023), al aprendizaje de la aritmética básica (Bonny & Lourenco, 2013; Gilmore et al., 2014) y, en general, al desempeño en matemáticas (Fuhs & McNeil, 2013; Cueli et al., 2019). Incluso, estos procesos han explicado diferencias individuales tanto en el rendimiento típico como en el atípico de la cognición numérica. Sin embargo, los resultados reportados son variados y no concluyentes (De Smedt et al., 2013; Sasanguie et al., 2012; Orrantia et al., 2017).

En línea con lo expuesto anteriormente, diversos autores señalan que la capacidad para realizar comparaciones no simbólicas está relacionada con el desempeño en matemáticas en preescolares (Libertus et al., 2013; Lourenco & Bonny, 2017). Asimismo, esta habilidad se ha vinculado con los puntajes obtenidos en pruebas de rendimiento matemático durante el mismo ciclo escolar (Halberda et al., 2008). En un estudio longitudinal con niños en edad preescolar, este predictor logró explicar la variabilidad en el aprendizaje matemático, manteniendo dicha relación estable dos años después (Mazzoco et al., 2011).

Además, algunos autores han señalado que la comparación numérica no simbólica se relaciona con las puntuaciones en las pruebas de aptitud (SAT) en estudiantes universitarios (Libertus et al., 2012; Lourenco et al., 2012; Lyon & Beilock, 2011). Por otro lado, existen evidencias que indican que la comparación no simbólica tiene un mayor poder predictivo sobre las habilidades aritméticas en niños con desarrollo típico, en comparación con aquellos que presentan dificultades en el aprendizaje matemático (Mazzocco et al., 2011; Piazza et al., 2010). Sin embargo, algunas investigaciones sugieren que niños con rendimiento normotípico y atípico muestran desempeños similares en tareas de magnitud numérica no simbólica (Rousselle & Noël, 2007; Castro & Reigosa, 2011).

En un estudio realizado con preescolares chilenos de establecimientos educativos públicos, se encontró que, en el modelo de predicción general, los procesos de dominio específico explicaron una mayor proporción de la varianza en comparación con los procesos de dominio general, como la memoria a corto plazo verbal, la velocidad de procesamiento y la memoria visoespacial. Dentro de estas variables, la comparación no simbólica fue la que mostró mayor poder explicativo, seguida de la comparación simbólica, ambas relacionadas con el pensamiento matemático informal (Cerda et al., 2021). Este hallazgo coincide con lo planteado por otros autores, quienes han señalado que la comparación no simbólica contribuye tanto a la resolución de operaciones mentales numéricas como a la ejecución de tareas vinculadas con la geometría (Dehaene & Brannon, 2011; Lourenço et al., 2012; Lyons & Beilock, 2011).

Adicionalmente, algunos estudios indican que la comparación no simbólica tiene un mayor poder predictivo para explicar el rendimiento en matemáticas en preescolares, en comparación con niños de grados escolares más avanzados. Esto sugiere que la relación entre estas variables tiende a disminuir a medida que los niños avanzan en su trayectoria escolar (Fazio et al., 2014). En cambio, la comparación simbólica se ha consolidado como un predictor más relevante del desempeño matemático en niveles escolares superiores (Kucian et al., 2018; Xenidou-Dervou et al., 2018), aunque su relación con la educación no formal es menor (Sepúlveda et al., 2019).

Por otra parte, el metaanálisis realizado por Fazio et al. (2014) señala que investigaciones previas han reportado correlaciones bajas entre la magnitud numérica no simbólica y el rendimiento en matemáticas; sin embargo, estos resultados se basan principalmente en los puntajes directos de las tareas de comparación. Por el contrario, los estudios que utilizan el índice de razón temporal (TR) no han encontrado dicha relación. Por ello, se ha sugerido emplear medidas más precisas, como el parámetro *w*, el TR o una combinación de ambos. En esta línea, Lyons et al. (2014) proponen combinar la proporción de errores con el TR, pero considerando únicamente las respuestas correctas. Esta metodología permite obtener una medida de eficiencia (ME) más completa del desempeño de los sujetos al resolver tareas que evalúan las representaciones mentales numéricas, al controlar la variabilidad en la velocidad y reducir los falsos positivos. En consecuencia, se interpreta que a mayor ME, peor es el rendimiento de los sujetos en las tareas de comparación de cantidades.

Otra evidencia que cuestiona la relación entre la comparación no simbólica y el pensamiento matemático está vinculada al tamaño de la muestra. Por ejemplo, el estudio de Halberda et al. (2012) encontró una correlación débil entre ambas variables debido a la gran cantidad de participantes, mientras que dicha correlación no habría sido significativa con muestras pequeñas. Además, la fuerza de esta relación tiende a aumentar cuando se incluyen en las muestras niños con desarrollo atípico o un mayor porcentaje de participantes con dificultades matemáticas (Bonny & Lourenço, 2013; Mazzocco et al., 2011).

Del mismo modo, la edad de los participantes ha influido en la variabilidad de los resultados, al igual que el tipo de instrumento utilizado para evaluar el aprendizaje matemático. Algunos estudios emplean medidas curriculares, mientras que otros aplican tareas que evalúan habilidades específicas como la aritmética básica o la geometría (Fazio et al., 2014). Además, el diseño de las pruebas experimentales para medir la comparación no simbólica también varía considerablemente. Aunque muchas de estas pruebas controlan factores como la densidad y distribución de los elementos en los conjuntos (por ejemplo, nubes de puntos), difieren en aspectos como la cantidad de ítems, el color, el tiempo de aplicación e incluso el formato de presentación, que puede ser tradicional (por ejemplo, lápiz y papel) o computarizado (Castro et al., 2017; Castro & Reigosa, 2011; Nosworthy, 2013).

Por otra parte, autores como Xenidou-Dervou et al. (2014) han utilizado diferentes tipos de tareas para evaluar tanto el SNA como el sistema simbólico, a través de la aritmética aproximada no simbólica, considerada también un precursor del aprendizaje matemático. En su estudio, se presentó a los niños una serie de conjuntos compuestos por puntos rojos y azules, representando numerosidades mayores a nueve elementos. Cada conjunto se mostró de forma independiente y por un tiempo limitado para evitar el conteo. Este experimento demostró que los niños en edad preescolar pueden realizar sumas con cantidades no simbólicas, incluso sin haber recibido instrucción formal en aritmética, lo que respalda la existencia de una línea numérica mental subyacente a la estimación aproximada de cantidades. Otras evidencias apoyan estos hallazgos, sugiriendo que niños sin entrenamiento formal en matemáticas pueden comparar y llevar a cabo operaciones de adición y sustracción con magnitudes numéricas aproximadas (Barth et al., 2008; Gilmore et al., 2010).

Diversas evidencias han propuesto que este precursor de dominio específico tiene mayor relación con el pensamiento matemático formal (Ashcraft & Moore, 2012; Geary, 2011; Siegler & Pyke, 2013; Siegler, 2016). Del mismo modo, el estudio realizado por Lyons et al. (2014) encontró que las tareas de comparación simbólica se relacionaron con la capacidad aritmética en niños de primero y segundo grado, lo cual es consistente con resultados previos (Desoete et al., 2012; Gunderson et al., 2012; Jordán et al., 2010; Kolkman et al., 2013; Reigosa-crespo et al., 2012; Sasanguie et al., 2013). Otro hallazgo que respalda la relación entre la comparación simbólica y el pensamiento matemático formal proviene de los estudios de Geary et al. (2007, 2009). Estos autores diseñaron una prueba denominada “conjunto de números”, en la que los participantes debían determinar, en el menor tiempo posible, si percibían pares o tríos de conjuntos compuestos por códigos arábigos, objetos o una combinación de ambos. Posteriormente, se correlacionaron los resultados de esta prueba con el rendimiento aritmético y se encontró que los puntajes predicen el desempeño matemático en estudiantes de tercer grado de educación primaria, mostrando un mayor poder explicativo que predictores de dominio general como la inteligencia y la memoria de trabajo. Resultados similares fueron reportados por Fuchs et al. (2010) y Habermann (2018), quienes aplicaron la misma prueba y hallaron que la representación mental simbólica es un predictor único del desempeño en aritmética básica en niños con desarrollo típico.

Este precursor de dominio específico ha sido evaluado tanto en niños con discapacidad intelectual leve como en aquellos con desarrollo típico. Además, se ha analizado la relación entre los predictores de dominio general y el rendimiento en aritmética. Los hallazgos sugieren que la representación exacta de números pequeños y la comparación de cantidades simbólicas contribuyen de manera significativa al desempeño aritmético, resultados que fueron similares en ambos grupos, incluido el grupo control (Soltani & Mirhosseini, 2020). Asimismo, el estudio de Lyons et al. (2014) reportó que el procesamiento numérico simbólico es el principal predictor del pensamiento matemático formal en niños de primero a sexto grado de educación primaria. Sin embargo, algunos autores que analizaron el papel de la comparación simbólica en niños de 4 años encontraron que, aunque esta variable se correlaciona con el pensamiento matemático informal, fue finalmente excluida del modelo de predicción (Aragón et al., 2019).

Algunas investigaciones se han centrado en analizar el efecto de la distancia numérica en tareas de comparación de magnitudes. Se ha encontrado que los participantes procesan con mayor rapidez las cantidades simbólicas en comparación con las tareas que involucran formatos no simbólicos, evidenciado por una disminución en los tiempos de reacción. Esta diferencia puede explicarse por la edad de los sujetos, ya que los niños mayores poseen una comprensión más avanzada y mayor experiencia con los códigos numéricos, lo que les permite automatizar estas habilidades (Rubinstein et al., 2002). Estos hallazgos coinciden con los reportados por Castro et al. (2011), quienes sugieren que el procesamiento de cantidades simbólicas se vuelve independiente de variables perceptivas a medida que aumentan la edad y la educación. Por ello, los niños de sexto grado tienden a mostrar mayor eficiencia en tareas de comparación simbólica.

Por otra parte, los estudios longitudinales han permitido precisar la contribución de la comparación simbólica y no simbólica desde la etapa preescolar hasta la educación básica inicial. En el caso de Chile, se observó que la comparación no simbólica mediaba parcialmente la relación entre el NSE y la ansiedad matemática. Sin embargo, a medida que los niños avanzaron en su trayectoria escolar, la comparación simbólica adquirió un papel mediador más relevante, lo que sugiere que un mayor grado de instrucción formal favorece el desarrollo de habilidades numéricas (Guzmán et al., 2021). Adicionalmente, el estudio longitudinal de Aragón et al. (2023), utilizando un modelo de mediación simple, encontró que la relación entre la comparación no simbólica y el pensamiento matemático está mediada por la comparación simbólica. Este hallazgo coincide con los resultados obtenidos por Van Marle et al. (2014). De manera similar, el modelo de mediación serial múltiple propuesto por Finke et al. (2020), mostró que el efecto de la comparación no simbólica en segundo grado sobre el rendimiento en aritmética 2 años después, en cuarto grado, fue mediado por la comparación simbólica.

Otra evidencia que apoya lo anterior se encuentra en los metaanálisis de Fazio et al. (2014) y Schneider et al. (2017), quienes señalan que, en estudiantes de educación básica, el procesamiento simbólico desempeña un papel más relevante que las habilidades no simbólicas. Este hallazgo también ha sido respaldado por estudios transversales, los cuales destacan que el procesamiento no simbólico influye en el pensamiento matemático formal a través de la comparación simbólica (Price & Fuchs, 2016; Peng et al., 2017; Träff et al., 2018). Por otra parte, también se ha resaltado el papel de la comparación de magnitudes numéricas incluso en presencia de otros predictores de dominio general. Por ejemplo, el estudio de Qi et al. (2023) encontró que tanto la comparación simbólica como la no simbólica actúan como mediadores en la relación entre la memoria de trabajo visoespacial y las habilidades aritméticas tempranas.

Si bien los hallazgos sobre la asociación entre la comparación de magnitudes numéricas y los factores emocionales, en particular la ansiedad matemática, aún son limitados, algunas investigaciones han sugerido que niveles altos de ansiedad matemática se asocian con un menor rendimiento en tareas de comparación simbólica, en relación con quienes presentan niveles bajos de ansiedad (Maloney et al., 2011; Núñez-Peña & Suárez-Pellicioni, 2014). De manera similar, Lindskog et al. (2017) y Moscoso et al. (2020) señalan que altos niveles de ansiedad se relacionan con un rendimiento inferior en el sistema de aproximación numérica, es decir, en el procesamiento no simbólico. Incluso, algunos estudios han encontrado una asociación entre la ansiedad matemática y la habilidad para comparar magnitudes tanto simbólicas como no simbólicas (Starling-Alves et al., 2022; Mielicki et al., 2023).

En conclusión, la relación entre la comparación de magnitudes numéricas tanto simbólicas como no simbólicas, y el pensamiento matemático formal es consistente. Sin embargo, estos componentes de dominio específico pueden actuar como predictores tanto directos como indirectos, así como desempeñar un papel mediador en presencia de otras variables de dominio general, incluyendo la ansiedad matemática como un factor de tipo afectivo. En este sentido, resulta fundamental analizar el rol de estas habilidades mediante estudios longitudinales durante los primeros años de la educación formal. No obstante, también existen otros predictores que han demostrado tener un papel relevante en el desarrollo del pensamiento matemático, los cuales serán abordados en el siguiente capítulo.

2.3.3 Estimación numérica

Varios autores han señalado que la estimación en la recta numérica es un predictor confiable para evaluar la comprensión de la magnitud numérica. En esta tarea clásica, se presenta a los participantes una línea horizontal con un número en cada extremo, y se les solicita ubicar un número específico en la posición que consideren adecuada. Por ejemplo, si la línea está delimitada por el 0 (a la izquierda) y el 10 (a la derecha), el número 5 debería ubicarse en el punto medio. Según Siegler y Booth (2005) y Newcombe (2002), la recta numérica refleja de manera eficaz tanto el conocimiento sobre la ubicación espacial de los números como el procesamiento de cantidades. Además, implica la capacidad de organizar los números en orden ascendente y descendente, una habilidad fundamental para la resolución de operaciones básicas como la suma y la resta (Griffin & Case, 1996; Lakoff & Núñez, 2000).

Autores como Siegler y Opfer (2003) señalan que, a medida que los niños adquieren un repertorio más amplio de conocimientos matemáticos, mejora la precisión de sus estimaciones numéricas (Pica et al., 2004). En este proceso, sus respuestas tienden a ajustarse a una función lineal, mientras que en los niños con menor experiencia matemática las estimaciones suelen seguir una función logarítmica (Domínguez & Aguilar, 2014; Siegler & Opfer, 2003). En la misma línea, Siegler y Booth (2004) sostienen que la capacidad de representar cantidades en una línea numérica se desarrolla con la educación formal y se perfecciona progresivamente con el tiempo. Por esta razón, los niños en edad preescolar suelen tener dificultades para ubicar números grandes en la recta numérica , por ejemplo, el número 74, mientras que los estudiantes de primer grado ya son capaces de estimar cantidades dentro de un rango de 0 a 100. No obstante, los niños de segundo grado aún tienden a mostrar imprecisiones cuando deben ubicar cantidades en rangos más amplios, como de 0 a 1000.

Adicionalmente, el estudio de Domínguez y Aguilar (2014) reportó que las estimaciones realizadas por niños de cuarto y quinto grado de primaria fueron más precisas cuando las cantidades se acercaban al extremo de la recta numérica donde se encuentra el número 1000. Además, sus respuestas reflejaron un patrón lineal, lo que sugiere que esta habilidad se desarrolla progresivamente a lo largo del trayecto escolar. Por otro lado, los resultados también indican que las destrezas en la línea numérica mental se relacionaron significativamente con el cálculo mental, mientras que las correlaciones con el cálculo escrito fueron muy bajas. Estos hallazgos contrastan con lo planteado por Geary et al. (2008), quienes encontraron correlaciones más fuertes entre la ubicación en la recta numérica y el rendimiento matemático, aunque en su caso este último fue evaluado mediante una prueba estandarizada.

Por su parte, Castro et al. (2011) señalan que la edad es una variable que influye en las diferencias individuales, ya que las habilidades relacionadas con la orientación espacial en la recta numérica y el mapeo de símbolos arábigos con sus respectivas magnitudes comienzan a desarrollarse alrededor del tercer grado de educación primaria. En consecuencia, los estudiantes de sexto grado presentan una ventaja al resolver este tipo de tareas, debido a que disponen de un repertorio más amplio en el procesamiento de números arábigos. Una prueba de ello, es lo reportado en el metaanálisis realizado por Schneider et al. (2018), cuyos hallazgos indican que existe una correlación moderada y significativa entre la estimación en la línea numérica y la competencia matemática en niños menores de 6 años. Sin embargo, esta relación se intensifica en el grupo de niños entre los 6 y 9 años, siendo aún más fuerte a partir de los 9 años. Estos resultados sugieren que, dentro de los estudios analizados, la edad actúa como un predictor relevante que explica una proporción considerable de la varianza. El metaanálisis también examinó el tipo de número que debía estimarse (enteros o fracciones), encontrando que la correlación fue más alta en los niños de entre 6 y 9 años en comparación con los menores de 6 y los mayores de 9. En cuanto a la estimación de fracciones, el tamaño del efecto fue mayor tanto en los participantes menores de 6 años como en aquellos mayores de 9.

En línea con lo expuesto, diversos estudios científicos han confirmado de manera consistente la relación entre el desempeño en la línea numérica mental y el aprendizaje matemático, independientemente del tipo de medida utilizada, ya sea a través de calificaciones escolares o pruebas específicas para evaluar competencias aritméticas (Friso-van den Bos et al., 2015; Siegler, 2016; Schneider et al., 2018; Torbeyns et al., 2015). Esta asociación se mantiene incluso después de controlar variables como el género, el nivel socioeconómico, la educación de los padres, el origen étnico, así como otros predictores de dominio general y la capacidad de comparación no simbólica (Bailey et al., 2014; Hansen et al., 2015; Schneider et al., 2018).

Adicionalmente, Friso van den Bos et al. (2015) y Xenidou-Dervou et al. (2014) señalan que la tarea de la línea numérica permite identificar los estudiantes que tienen riesgo de presentar dificultades en el aprendizaje matemático y en sus trabajos se encontraron tres trayectorias que fueron identificadas en niños desde su formación preescolar a segundo grado de educación primaria: 1) los normotípicos y los que exhiben un alto rendimiento en matemáticas aumentaron ligeramente su capacidad para estimar cantidades en la recta numérica, 2) los escolares con puntajes más bajos en matemáticas rápidamente su desempeño fue más cercano a los normotípicos en la estimación numérica, y 3) los niños que se encontraban en riesgo de presentar dificultades en matemáticas no mejoraron en su habilidad para estimar cantidades cuando iniciaron la educación formal.

Asimismo, la habilidad para estimar cantidades en formato simbólico se ha analizado en función del tipo de estrategia pedagógica utilizada en la enseñanza de las matemáticas. Por ejemplo, el estudio de Canto-López et al. (2019) comparó dos métodos en niños preescolares y encontró que, en el aprendizaje basado en el algoritmo abierto con números (ABN), las respuestas de los niños de 5 años fueron más precisas y eficientes, mostrando un ajuste lineal. Esto sugiere que, en este rango de edad y con este método pedagógico, existe una mayor interacción con actividades relacionadas con la estimación y el conteo. En contraste, los preescolares que recibieron el enfoque tradicional cerrado basado en cifrados (CBC) mostraron estimaciones con un ajuste logarítmico..

Es importante señalar que la tendencia logarítmica se refiere a que los niños más pequeños tienden a comprimir la línea numérica; es decir, sobrestiman los valores bajos al ubicarlos demasiado hacia la derecha de la recta numérica y subestiman los valores mayores, colocándolos demasiado cerca del extremo izquierdo o superior. Este comportamiento refleja un patrón característico de sesgo en sus estimaciones (Xing et al., 2021). Como se mencionó anteriormente, los niños con un repertorio numérico más limitado presentan estimaciones menos precisas, mostrando un ajuste logarítmico. Sin embargo, a medida que crecen y avanzan en su proceso educativo, desarrollan una representación lineal de los números, en la cual mantienen una distancia proporcional constante entre las magnitudes numéricas (Dorneles et al., 2017; Siegler & Booth, 2004).

Por otro lado, la capacidad para estimar cantidades también se ha estudiado mediante tareas analógicas. En varios estudios, se presenta a los participantes diversas nubes de puntos y se les solicita que estimen, de manera aproximada y sin contar, la cantidad de puntos que observan (Castro & Reigosa, 2011). Esta habilidad depende de un sistema no lingüístico y evolutivamente antiguo, conocido como sistema numérico aproximado, el cual no permite representar cantidades exactas. Por ello, las estimaciones realizadas suelen ser imprecisas (Alvarez et al., 2017; Dehaene, 2011). Asimismo, es ampliamente aceptado, que la discriminación numérica análoga es una tarea que permite medir la representación interna de la magnitud (Slusser et al.,2017) y para que los sujetos realicen una conexión entre las representaciones lingüísticas y no lingüistas del número, y sean más precisos en su habilidad para estimar, se les otorga un código arábigo como por ejemplo el número 30 en la nube de puntos que denota dicha cantidad, fomentando la calibración de sus estimaciones y que sus respuestas se acerquen a la numerosidad real (Izar & Dehaene, 2008; Reigosa & Castro, 2011; Sullivan & Barner, 2014), y cuando los sujetos no reciben información simbólica sus respuestas caen en un sesgo de estimación más conocido como la subestimación y la sobreestimación numérica (Sullivan & Barner, 2014; Sullivan et al., 2011).

Adicionalmente, una característica de las estimaciones numéricas análogas es que a pesar de que sean inexactas internamente son consistentes, es decir, debe existir una distancia relativa entre los números (por ejemplo 40 a 60 puntos) por tanto, las nubes que representan mayor cantidad serán usadas para etiquetar magnitudes más grandes o que linealmente se relacionen entre sí y este patrón se mantiene, aunque las respuestas de las estimaciones resulten ser imprecisas (Alvarez et al., 2017). Es preciso señalar, que las estimaciones numéricas siguen la Ley de Weber (w) que es una medida psicofísica que hace referencia al cambio que debe ocurrir en la magnitud de un estímulo para que pueda ser percibido como diferente de otro, y mientras menor sea el valor de w existe un menor sesgo en la representación de la numerosidad (Castro & Reigosa, 2011), asimismo, las estimaciones muestran una variabilidad escalar, en otras palabras, las estimaciones aumentan linealmente con la media y la desviación estándar (Feigenson et al., 2004). Dichas medidas, se analizan regularmente en niños que tienen un bajo desempeño en las habilidades matemáticas quienes producen estimaciones más ruidosas y con mayor sesgo en comparación a los normotípicos (Geary et al., 2008). Además, el desempeño en tareas de estimación numérica, tanto en formatos análogo como simbólico, se considera un predictor clave de la habilidad matemática (Park & Brannon, 2013). La precisión en estas estimaciones ha demostrado explicar tanto las competencias en cálculo exacto como en cálculo aproximado (Xenidou-Dervou et al., 2014). En esta misma línea, diversos autores sostienen que los niños con estimaciones más precisas tienden a obtener mejores resultados en pruebas matemáticas estandarizadas (Ashcraft & Moore, 2012; Schneider et al., 2018; Zhu et al., 2017).

El estudio de Xing et al. (2021) plantea que existe una relación entre la capacidad de estimación y las habilidades matemáticas de alto nivel. Además, las diferencias individuales en los errores de estimación en la recta numérica explicaron en menor medida la variabilidad en la habilidad matemática en niños de 6 a 8 años. Por otro lado, la tarea de estimación análoga se identificó como el único predictor significativo de la competencia matemática. No obstante, no se encontró asociación entre el rendimiento en la recta numérica y la discriminación de puntos, ya que la ubicación de las cantidades no dependió de las representaciones mentales de la magnitud numérica.

2.3.4 Conteo

Uno de los contenidos más relevantes en la adquisición del aprendizaje matemático, especialmente en los primeros años de la educación escolar es el conteo (Baroody et al., 2014; Clements & Sarama, 2007) y consiste en la capacidad de designar uno a uno los elementos de un conjunto (sólo una vez) y asignar el valor total (Resnick & Ford, 2012). En efecto, esta habilidad se utiliza en más del 70% en la enseñanza de las matemáticas en el preescolar donde se pueden aplicar diferentes estrategias para conocer el total de un grupo objetos, y en los niños el conteo no sólo permite comprender el concepto del número, la clasificación y la magnitud numérica, sino también resolver problemas aritméticos simples (Johansson, 2005; Ponce & Strasser, 2019).

A los dos años, el conteo suele manifestarse por primera vez como una secuencia verbal de palabras-número organizada de forma mecánica y memorística, sin una comprensión real de la cantidad que representan (Oyarzún, 2016). En esta etapa, los niños pueden recitar hasta seis elementos, aunque aún no los relacionan con unidades contables. Alrededor de los tres años, logran extender la secuencia hasta el número 10. Conforme avanzan en su desarrollo, entre los cuatro y cinco años, pueden recitar hasta el número 39 e incluso contar en orden descendente (Fuson, 1998; Sarama & Clements, 2009). Al finalizar el kínder, muchos niños son capaces de contar hasta 100, y en primer grado de educación primaria pueden aprender la secuencia numérica del 100 al 200 (De Castro & García, 2017; Fuson et al., 2010).

Durante la adquisición del conteo, los niños suelen cometer ciertos errores, los cuales se deben, en gran parte, a las irregularidades del sistema numérico. Por ejemplo, es común que antepongan el número diez al decir "diezseis", "diezsiete", "diezocho" o "dieznueve", o que apliquen incorrectamente la regla del "veinte" (como en 21, 22, 23, etc.). También enfrentan dificultades al aprender el orden de las decenas (10, 20, 30, 40, etc.). En este proceso, los niños tienden a crear sus propias reglas, lo que da lugar a expresiones como "diecidos" o "diecitres". Aunque incorrectas, estas formas representan errores razonables que reflejan intentos lógicos de generalización. En este sentido, a medida que avanzan en su trayectoria escolar, los niños comienzan a contar de manera más precisa, uno a uno, reduciendo la dependencia de la memorización y de sus propias reglas inventadas. En su lugar, recurren a patrones más convencionales y estrategias estructuradas que les permiten ampliar correctamente la secuencia numérica (Oyarzún, 2016).

Ahora bien, en el proceso de aprendizaje del conteo se distinguen dos fases: (1) adquisición y (2) elaboración (Bermejo, 1996). La fase de adquisición se refiere a la construcción de la secuencia numérica verbal. Como se mencionó anteriormente, esta comienza alrededor de los dos años y suele completarse durante el primer año de educación primaria. Sin embargo, tanto la edad como la duración de este proceso pueden variar según la interacción social del niño. Inicialmente, este aprendizaje se basa en la memorización, en la comprensión de las decenas a partir de las unidades básicas del sistema decimal, y en el dominio de las reglas que permiten combinar unidades y decenas (Diago & Arnau, 2018).

Según Fucson (1992), la construcción de la secuencia numérica verbal funciona como una estructura unidireccional que se desarrolla en tres segmentos: (1) estable y convencional, (2) estable pero no convencional, y (3) inestable y no convencional. El primer segmento se refiere al recitado de palabras-número en un orden estable y acorde con la convención numérica. Esta habilidad mejora progresivamente con la edad, hasta que el niño logra dominar por completo la secuencia. El segundo segmento se caracteriza por mantener un orden relativamente estable, aunque no convencional. Es común observar este tipo de errores cuando los niños comienzan a recitar desde el número 10 hasta el 19, o en otras decenas, en las que suelen inventar parte de la secuencia. El tercer y último segmento corresponde a una secuencia inestable y no convencional, en la cual se observan desorganización, omisiones o repeticiones de números. Por ejemplo: "uno, dos, tres, cuatro, seis, siete, ocho, seis" (Diago & Arnau, 2018).

En la fase de elaboración, los vínculos entre los elementos de la secuencia numérica se consolidan progresivamente, estructurándose en cinco niveles: cuerda, cadena irrompible, cadena fragmentable, cadena numerable y cadena bidireccional. En el nivel cuerda, el niño aún no ha adquirido el principio de correspondencia uno a uno. El recitado de la secuencia numérica comienza siempre desde el uno, y los números se pronuncian de forma continua y sin pausas (por ejemplo, unodostrescuatrocinco), lo que impide utilizar la secuencia verbal para contar elementos de un conjunto de forma efectiva. En el nivel de cadena irrompible, aunque la secuencia sigue comenzando desde el uno, los niños ya logran separar temporalmente los numerales y pueden determinar la cantidad de objetos en pequeños conjuntos. Esto indica el inicio de la aplicación del principio de correspondencia uno a uno. Este nivel suele extenderse más allá de los cinco años de edad. En el nivel de cadena fragmentable, los niños ya no necesitan iniciar el conteo desde el uno. Pueden comenzar desde cualquier número dentro de la secuencia (por ejemplo, contar de 4 a 6) e identificar qué número precede o sigue a otro. El nivel de cadena numerable implica un dominio más avanzado de la secuencia numérica. Los niños pueden iniciar el conteo desde cualquier número y detenerse en el punto requerido. Por ejemplo, si deben contar nueve elementos comenzando desde el número 4, son capaces de determinar correctamente en qué número finalizan. Finalmente, el nivel de cadena bidireccional representa la etapa más avanzada. En este nivel, los niños han adquirido todas las habilidades mencionadas previamente, lo que les permite contar con mayor eficiencia, rapidez y flexibilidad. Este nivel suele alcanzarse al inicio de la educación primaria (De Castro & García, 2017; Fuson & Fuson, 1992).

Si bien es cierto que el aprendizaje de la secuencia palabra-número es fundamental para adquirir el conteo, este último constituye un proceso de abstracción que permite asignar un número cardinal como representativo de un conjunto. Autores como Gallistel y Gelman (1992) postulan la existencia de cinco principios que guían la habilidad de contar. El primero es el principio de correspondencia uno a uno, el cual se refiere a la asignación de una etiqueta verbal a cada elemento del conjunto, siguiendo una secuencia numérica. El segundo es el principio del orden estable, que implica el uso de rótulos verbales o números en una secuencia fija y estandarizada. Este principio permite comprender el sentido creciente de la magnitud y la noción de sucesor (Spaepen et al., 2018). El tercero es el principio de cardinalidad, que consiste en asignar una etiqueta numérica al último objeto contado, la cual representa la cantidad total de elementos en el conjunto. El cuarto es el principio de irrelevancia del orden, según el cual el orden en que se realiza el conteo (por ejemplo, de atrás hacia adelante) no altera el resultado final, ya que el valor cardinal permanece constante. Finalmente, el quinto es el principio de abstracción, que permite a los niños comprender que cualquier tipo de objeto puede ser contado, sin importar su naturaleza o diversidad, siempre que se respeten los principios anteriores: correspondencia uno a uno, orden estable y cardinalidad (Chamorro, 2005).

Algunos teóricos han planteado que el conteo no constituye un constructo unitario, sino que está compuesto por dos tipos de conocimiento: conceptual y procedimental (Dowker, 2005). El conocimiento conceptual se refiere a la comprensión de las reglas que rigen el conteo, incluyendo el manejo del orden de los números. Este tipo de conocimiento permite el uso deliberado de información relacionada con habilidades aritméticas y está estrechamente vinculado con los cinco principios del conteo propuestos por Gallistel y Gellman (1992). Por otro lado, el conocimiento procedimental se relaciona con la capacidad de los niños para llevar a cabo operaciones matemáticas (Desoete et al., 2009; LeFevre et al., 2006). Según Hiebert y Lefevre (1986), este tipo de conocimiento se basa en la representación simbólica de los números y en la aplicación de reglas e instrucciones que orientan la resolución de tareas numéricas.

En síntesis, aprender a contar constituye una herramienta fundamental para el desarrollo del pensamiento matemático, tanto formal como informal. Antes de lograrlo, los niños deben adquirir la capacidad de realizar secuencias de palabras-número, lo cual sienta las bases para identificar y expresar la cantidad de elementos en un conjunto (National Research Council, 2009). Además, durante los primeros años de la educación primaria, se espera que la mayoría de los niños apliquen principios innatos del conteo, como la cardinalidad, la correspondencia uno a uno, el orden estable, la irrelevancia del orden y la abstracción. Estas habilidades no solo facilitan la comparación, lectura y escritura de números, sino que también resultan esenciales en actividades extracurriculares, así como en el uso de estrategias eficientes para el cálculo básico y la resolución de problemas aritméticos verbales (De Castro & García, 2017; Gray, 2003).

Desde esta perspectiva, el conteo se considera un predictor de dominio específico, ya que representa una habilidad clave en el aprendizaje de las matemáticas (Aragón et al., 2019; De Smedt et al., 2009; Passolunghi & Lanfranchi, 2012). En esta línea, el estudio de Aragón et al. (2016) identificó que el conteo verbal y el conteo resultante fueron las variables con mayor peso relativo al explicar la fluidez en el cálculo en niños de primer grado de educación primaria. De manera concordante, Noël y Rousselle (2011) destacan que esta habilidad es fundamental para el éxito en matemáticas durante los primeros años de la educación formal.

Uno de los estudios longitudinales más recientes realizado en niños de tercero y cuarto de primaria respalda el papel que juega el conteo en la fluidez del cálculo. Sin embargo, esta asociación resultó ser marginalmente significativa, mientras que la subitización explicó gran parte de la varianza tanto en la fluidez aritmética como en los puntajes del test de matemáticas basado en el currículo (Reigosa-Crespo et al., 2020). Además, Iglesias-Sarmiento et al. (2014), a través de un análisis de predictibilidad múltiple, reportaron que el conteo fue un predictor del rendimiento en aritmética mental y escrita en niños de cuarto grado de primaria, aunque con un menor poder explicativo.

Diversas investigaciones han analizado el conteo verbal (recitado de palabras-número) y han demostrado que es un predictor significativo de las habilidades aritméticas en niños de educación primaria (Koponen et al., 2007, 2013; Zhang et al., 2014). En línea con estos hallazgos, Koponen et al. (2019) señalaron que el conteo verbal en la etapa preescolar predice el desempeño en habilidades aritméticas en cuarto grado, incluyendo la fluidez en el cálculo con dígitos simples, el cálculo aritmético (que abarca diversas operaciones) y la resolución de problemas verbales numéricos. No obstante, el conteo verbal mostró un mayor poder explicativo respecto a la variabilidad en el aprendizaje matemático en estudiantes de séptimo grado. Además, este estudio sostiene que el conteo verbal puede considerarse un indicador de riesgo para dificultades en el aprendizaje matemático, ya que un déficit en esta habilidad a los 4 o 5 años podría anticipar un bajo rendimiento en aritmética en etapas escolares posteriores, como séptimo grado.

Algunos estudios han reportado que las dificultades en el conteo se asocian con un bajo desempeño en matemáticas (Gersten et al., 2005). Sin embargo, otros hallazgos han mostrado resultados opuestos. Por ejemplo, se ha observado que niños con discalculia del desarrollo pueden presentar un buen desempeño en tareas de conteo, aunque muestran tiempos de reacción más largos en tareas de subitización (Schleifer & Landerl, 2011). En cuanto al género, esta variable también ha sido identificada como un factor explicativo de las diferencias individuales en el conteo. En el estudio de Aragón y Navarro (2016), se encontró que los niños, en comparación con las niñas, obtuvieron mejores resultados en el conteo verbal, estructurado y resultante.

Por último, es importante destacar que el desarrollo del conteo está estrechamente vinculado a las oportunidades de aprendizaje y a la exposición a estímulos que favorecen su adquisición, como el nivel socioeconómico (Clements & Sarama, 2011). En este sentido, los niños cuyos padres tienen mayores ingresos tienden a desarrollar mejores habilidades de conteo, lo cual se asocia con entornos familiares que promueven actividades orientadas al aprendizaje de las secuencias verbales y la transcodificación numérica (Vandermaas-Peeler et al., 2009). Además, la interacción temprana con docentes o la exposición a programas televisivos educativos también contribuyen a la comprensión del concepto de número en la infancia (Oyarzún, 2016).

Al igual que el conteo, la adquisición de diversas habilidades numéricas se ha relacionado con el género y con variables influenciadas por factores socioculturales, como el nivel socioeconómico. Si bien múltiples estudios han demostrado que tanto los predictores de dominio específico como los de dominio general explican parte de la variabilidad en el desarrollo del pensamiento matemático formal, también se ha reconocido la influencia de factores externos en las diferencias individuales en esta habilidad escolar. Estos aspectos serán abordados con mayor profundidad en el siguiente capítulo.

2. 4. Variables Sociodemográficas

Introducción

Actualmente, uno de los principales temas de investigación en el ámbito de la educación primaria y secundaria es el análisis de las diferencias de género en la adquisición de habilidades escolares. Este interés surge, en parte, porque dichas diferencias pueden influir en las decisiones futuras relacionadas con la elección de estudios profesionales y trayectorias laborales (Buser et al., 2014; Cárcamo et al., 2020; Widlund et al., 2020). Si bien el género no constituye una variable cognitiva en sí misma, diversas investigaciones han demostrado que se encuentra estrechamente vinculado al aprendizaje de las matemáticas. Por esta razón, los estudios futuros no deberían limitarse únicamente a los predictores de dominio general ni a las medidas tradicionales de rendimiento académico (Gonzales-Jiménez & Gómez-Sánchez, 2019).

En el ámbito de la cognición numérica, en los últimos años se han incrementado las aportaciones teóricas que exploran la relación entre el desarrollo del pensamiento matemático formal y el género (Aragón et al., 2015; Cárcamo et al., 2020). Aunque algunos estudios señalan la existencia de brechas entre niños y niñas en el aprendizaje matemático, la evidencia científica sigue siendo contradictoria y poco concluyente. Por otro lado, otra variable sociodemográfica que merece especial atención es la dependencia administrativa de los establecimientos educativos, como medida proximal del NSE. En este sentido, las desigualdades del sistema educativo pueden afectar la adquisición del pensamiento matemático, ya que los estudiantes provenientes de contextos más desfavorecidos no acceden a las mismas oportunidades ni a la misma calidad en su formación. Las diferencias asociadas al NSE en el aprendizaje de las matemáticas, además, tienden a persistir a lo largo de la trayectoria escolar (Garon-Carrier et al., 2018).

Por ello, a continuación se presenta una breve revisión teórica sobre las brechas de género y la dependencia administrativa de los establecimientos educativos, así como su relación con el desarrollo del pensamiento matemático formal. Esta revisión se complementa con resultados provenientes de evaluaciones nacionales e internacionales que han abordado este fenómeno, además de evidencias obtenidas en estudios longitudinales. Asimismo, se examinan los distintos roles que estas variables han desempeñado en la literatura, ya sea como efecto directo, indirecto, mediadores o moderadores en la adquisición de las habilidades matemáticas.

2. 4. 1. La Brecha del Género en el Desarrollo del Pensamiento Matemático Formal

La variabilidad en el aprendizaje matemático ha sido motivo de preocupación en el ámbito educativo, especialmente debido a las diferencias observadas en esta habilidad según el género. Durante las últimas décadas, numerosos estudios han señalado una posible desventaja para las mujeres en su formación matemática, lo cual se refleja en su menor representación en carreras profesionales vinculadas a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) (Hyde, 2008). Estas disciplinas no solo gozan de un alto prestigio social (Arias et al., 2016; Gándara & Silva, 2016), sino que también suelen ofrecer mejores oportunidades de empleo y mayores niveles de remuneración (England & Browne, 1992). Durante las décadas de 1970 y 1980, se propuso que las matemáticas actuaban como un filtro que restringía el acceso a estudios superiores relacionados con el poder y el desarrollo social. Esta idea ha sido retomada y debatida en el contexto latinoamericano, donde un estudio del Banco Mundial señala que las mujeres obtienen, en promedio, puntajes más bajos en las pruebas de admisión universitaria en matemáticas. Esta brecha en el rendimiento podría contribuir a explicar las diferencias de género en el acceso a determinadas carreras y, en consecuencia, en los niveles de ingreso económico (Ñopo, 2012).

Algunos estudios han reportado que las mujeres aún están rezagadas respecto a los hombres en la mayoría de los países industrializados, incluso en otras áreas académicas (Gentile et al., 2009; OCDE PISA, 2004; Weiss et al., 2003). En la misma línea, investigaciones centradas en población infantil han señalado que, si bien las niñas tienden a obtener mejores resultados en tareas aritméticas básicas, los niños muestran un desempeño superior al enfrentarse a problemas matemáticos más complejos (Ambady et al., 2001; McKown & Weinstein, 2003; Neuville-Croizet, 2007). De manera complementaria, un estudio que examinó las diferencias de género en el rendimiento matemático durante la educación inicial, incluyendo además medidas de ansiedad, aplicó una tarea de aritmética básica con control del tiempo de reacción. En este caso, se observó que en segundo grado no existían diferencias significativas en función del género; sin embargo, en cuarto grado los niños obtuvieron un rendimiento ligeramente superior al de las niñas, hallazgo confirmado mediante un análisis de moderación (Van Mier et al., 2019).

En adición a lo anterior, se han reportado diferencias de género pequeñas o incluso inexistentes en niños de educación básica (Beilock et al., 2010; Dowker et al., 2012; Hill et al., 2016), incluyendo en tareas de aritmética básica con control del tiempo de reacción (Erturan & Jansen, 2015; Schleepen & Van Mier, 2016). Asimismo, Lindberg et al. (2010), mediante un metanálisis realizado entre 1990 y 2007, señalan que las diferencias de género en el rendimiento matemático son insignificantes incluso en la educación media. No obstante, otros estudios reportan resultados contrarios (Hyde et al., 1990; Liu et al., 2008; Rosselli et al., 2009). En este sentido, algunos trabajos, como el de Wei et al. (2012), encontraron que las niñas superaron a los niños en tareas de aritmética básica (sumas, restas simples y multiplicación), así como en tareas de series numéricas, comparación simbólica, estimación numérica y tiempo de reacción. Los autores sugieren que esta ventaja podría estar relacionada con el procesamiento verbal, dado que las niñas presentan un inicio más temprano en la capacidad verbal y en la adquisición del vocabulario (Roulstone et al., 2002).

Asimismo, algunos autores sugieren que las niñas presentan una superioridad en tareas verbales, poseen mejores habilidades en lectura y utilizan expresiones más largas y estructuradas. Además, dado que el rendimiento aritmético depende en gran medida del procesamiento del lenguaje (Dehaene, 2002; Fedorenko et al., 2007), es plausible que estas habilidades verbales otorguen una ventaja a las niñas en aritmética básica en comparación con los niños (Lau et al., 2009). Esta perspectiva concuerda con lo reportado por Neuville y Croizet (2007), quienes indican que las diferencias en el rendimiento matemático entre niños y niñas deben analizarse considerando el papel moderador de la dificultad de la tarea, factor que probablemente explique las inconsistencias observadas en algunos estudios y que las evidencias al respecto no sean concluyentes (Ganley et al., 2013; Gibbs, 2010; Shen et al., 2016).

Por otra parte, algunos autores señalan que, en países del hemisferio norte, las diferencias en el rendimiento matemático entre hombres y mujeres son más estrechas en sociedades con mayor igualdad de género (Else-Quest et al., 2010; Lindberg et al., 2010; Meelissen & Luyten, 2008). En Estados Unidos, por ejemplo, las evidencias actuales indican que las brechas de género en el rendimiento escolar en matemáticas se han reducido considerablemente e incluso han desaparecido (Hyde et al., 2008). En contraste, en los países latinoamericanos persiste una brecha significativa a favor de los hombres tanto en los logros en matemáticas y ciencias como en las elecciones de carreras profesionales (OCDE, 2010). De acuerdo con la evaluación realizada por LLECE (2001; 2008) en once países de la región, los varones superaron consistentemente a las mujeres en matemáticas. Estudios nacionales en Brasil, Bolivia, México, Nicaragua, Honduras y Paraguay también muestran que los niños obtienen mejores resultados en esta habilidad escolar (Blanco, 2008; Franco et al., 2007). Sin embargo, en Argentina y Uruguay no se han encontrado diferencias de género significativas en estudiantes de tercero y sexto básico (Cervini, 2010; OCDE, 2010; Marchionni et al., 2019).

Un estudio basado en los datos del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE), realizado por la UNESCO en Latinoamérica, analizó la relación entre el género y el rendimiento en matemáticas en la educación primaria. Los resultados indican que los niños obtienen un desempeño significativamente superior al de las niñas, incluso al controlar el nivel socioeconómico. Estos hallazgos evidencian que, a nivel político, los países latinoamericanos no han logrado implementar prácticas y estrategias eficaces para reducir la brecha de género (Cervini et al., 2015). En este contexto, Chile presenta una manifestación particularmente clara de dichas desigualdades de género, donde los varones superan a las mujeres con un margen considerable en la prueba nacional estandarizada (Simce, 2007-2010), así como en la prueba de ingreso a la universidad, que también favorece ampliamente a los hombres (Ministerio de Educación, 2011; 2013). Por otro lado, las mujeres predominan en áreas como humanidades, educación, salud no médica y artes (Bordón et al., 2020), lo cual influye directamente en el tipo de empleo que acceden y sus ingresos económicos.

Además, según los resultados de la evaluación PISA en Chile, la brecha de género en el rendimiento en matemáticas se ha ampliado, alcanzando una diferencia de 20 puntos a favor de los niños sobre las niñas (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE, 2015; 2021), dicho hallazgo también se ha reflejado en las pruebas nacionales estandarizadas (sistema de medición de la calidad de la educación, SIMCE, 2023), y los resultados de las mediciones realizadas en 2022 y 2023 muestran que las diferencias en el desempeño en matemáticas entre niños y niñas persisten incluso en estudiantes de educación media. En esta línea, evidencias previas han señalado que los hombres han tenido históricamente un mejor desempeño que las mujeres. Aunque ambos géneros mejoran su rendimiento con el tiempo, son los varones quienes alcanzan promedios superiores (Agencia de la Calidad de la Educación, 2014). Evidencias similares se reflejan en los resultados de octavo básico de la prueba TIMMS, donde persiste la brecha de género y, a medida que los estudiantes avanzan en su currículum, las diferencias continúan favoreciendo a los hombres (Agencia de la Calidad de la Educación, 2012). Frente a estos reportes nacionales e internacionales sobre las diferencias de género en el rendimiento en matemáticas, surge una preocupación legítima, dado que la Ley General de Educación (Ministerio de Educación, 2009) que regula los derechos y deberes en la educación, establece que “todos los estudiantes deben tener las mismas oportunidades de recibir una educación de calidad”. Por lo tanto, “es deber del Estado velar por la igualdad de oportunidades y la inclusión educativa, reduciendo las brechas derivadas de circunstancias socioeconómicas, étnicas, de género, o territoriales, entre otras” (Ministerio de Educación, 2009), lo cual indica que, a pesar de los esfuerzos, dichas diferencias persisten.

Por otro lado, diversas investigaciones científicas han encontrado que las niñas presentan un rendimiento inferior al de los niños en cuarto y octavo básico, observándose además un aumento en las diferencias entre el inicio y el final de la educación básica. Este estudio también señala que los niños muestran un mayor progreso académico a lo largo de la formación escolar, evidenciado por un incremento significativo en el promedio de sus calificaciones en octavo básico (Radovic, 2018). En contraposición con estas evidencias, autores como Cerda et al. (2018) analizaron los factores asociados al rendimiento académico en matemáticas y sus implicancias para la formación docente, sin hallar diferencias significativas de género en las competencias matemáticas tempranas, tanto en aspectos lógico-relacionales como numéricos. De manera similar, el estudio de Cerda et al. (2024) reportó que, en todos los dominios matemáticos evaluados, el rendimiento no difirió entre niños y niñas.

Los estudios longitudinales han permitido examinar la relación entre el género y el desarrollo del pensamiento matemático. En Chile, un análisis a nivel nacional utilizando modelos de crecimiento latente multigrupo reveló que las diferencias de género comienzan a manifestarse desde la etapa preescolar y se acentúan progresivamente a lo largo de la trayectoria escolar. Aunque la brecha tiende a reducirse al final de la educación básica, esta vuelve a ampliarse significativamente durante la educación media, lo que probablemente influye en el acceso a la educación superior y en la elección de carrera (Pérez et al., 2021). En el mismo contexto, otros autores, utilizando un modelo multinivel, analizaron a 163.000 estudiantes de escuelas de educación básica. Los resultados mostraron que, en los establecimientos menos efectivos, las niñas tendían a progresar más que los niños, mientras que en las escuelas más efectivas eran los niños quienes presentaban un mayor avance en matemáticas. A partir de estos hallazgos, la autora plantea la necesidad de abordar las brechas de género considerando factores que trascienden el ámbito escolar, tales como los contextos sociales, culturales y familiares que influyen en el rendimiento (Muñoz-Chereau, 2018).

Además, el estudio de Bharadwaj et al. (2016), basado en un extenso conjunto de datos administrativos de Chile, encontró que, en promedio, los niños obtienen un mejor rendimiento en matemáticas que las niñas, y que esta brecha se amplía con la edad, especialmente entre cuarto y octavo grado de educación básica. No obstante, los autores sugieren que factores como la inversión de los padres, el entorno del aula y el género del docente podrían contribuir a explicar las diferencias de desempeño en el pensamiento matemático formal entre niños y niñas. Del mismo modo, Morales et al. (2025) destacan que en Chile existen marcadas diferencias de género en el pensamiento matemático, generalmente a favor de los niños; sin embargo, advierten que estos resultados podrían estar influenciados por estereotipos sociales.

Adicionalmente, se han identificado diferencias de género tanto en los predictores del rendimiento matemático general como en componentes afectivos, como la ansiedad matemática. Por ejemplo, el estudio de Schleepen y Van Mier (2016) encontró que los niños obtuvieron un mejor desempeño en aritmética e inteligencia fluida, mientras que las niñas presentaron niveles más altos de ansiedad matemática. En esta misma línea, otros estudios también han reportado discrepancias entre adultos jóvenes: Vos et al. (2023) observaron que las mujeres obtuvieron un desempeño inferior en una prueba de fluidez aritmética y en tareas de reflexión cognitiva. Por su parte, el estudio de Giofrè et al. (2022) mostró que los niños destacaron en inteligencia visual y cristalizada, aunque no se evidenciaron diferencias de género en inteligencia fluida.

Por otro lado, la literatura científica ha destacado el rol moderador del género. El trabajo de Sala et al. (2017), analizó la relación entre la lateralidad y el pensamiento matemático formal en niños de educación básica, y los resultados indicaron que dicha asociación está moderada por el género de los participantes. En esta línea, el estudio de Harris et al. (2025) utilizó un modelo de mediación para analizar cómo las habilidades visoespaciales, como la rotación mental y la toma de perspectiva (es decir, la capacidad de representar cómo se percibe una escena desde otro punto de vista), contribuyen al desarrollo del pensamiento matemático formal en estudiantes de educación básica. Además, se examinó si el razonamiento fluido actuaba como variable mediadora en esta relación. Los resultados mostraron que el género moderaba dicha mediación, encontrándose diferencias significativas entre los participantes. En particular, los niños obtuvieron un mejor desempeño en tareas de rotación mental, lo que se tradujo en un mayor rendimiento en el aprendizaje matemático. Por último, el género también ha moderado la relación entre la ansiedad y el pensamiento matemático al inicio de la educación formal (Por ejemplo: Huang et al., 2019; Szczygieł, 2020)

En resumen, los resultados de los estudios sobre las diferencias de género en el pensamiento matemático formal aún son inconsistentes, por ello, es relevante analizar cómo esta brecha evoluciona a lo largo de la trayectoria escolar. Además, se ha destacado la importancia de considerar otras categorías sociales, como la dependencia administrativa de los establecimientos educativos como proxy del NSE, tema que se abordará en el siguiente apartado.

2.4.2 Dependencias Administrativas de los establecimientos educacionales como proxy del Nivel Socioeconómico.

En términos generales, el Nivel Socioeconómico (NSE) se refiere a la posición social que ocupa un individuo o grupo dentro de una sociedad, la cual está determinada por factores como el acceso a la educación, la atención médica, los ingresos económicos, vivienda y el tipo de empleo (Duncan & Magnuson, 2012). Sin embargo, las variables señaladas no abarcan completamente la complejidad del constructo (Marrie, 2011). El NSE ha sido considerado un importante predictor del desarrollo cognitivo (Escobar et al., 2018; Little, 2017), ya que contribuye en las condiciones que favorecen o limitan el aprendizaje desde la etapa preescolar hasta niveles educativos más avanzados (James-Brabham, 2022; Lawson & Farah, 2015). La evidencia empírica señala que los estudiantes provenientes de contextos de NSE bajo, tanto en países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo, tienden a alcanzar menores logros académicos (Quelal & Alencastro, 2020), y a tener menos oportunidades de acceder a una educación de mayor calidad en comparación con sus pares de niveles socioeconómicos más altos (Lyu et al., 2019).

En línea con lo anterior, diversas investigaciones han evidenciado que el NSE influye significativamente en el rendimiento académico. En este sentido, los estudiantes que provienen de contextos con un NSE más alto tienden a obtener mejores calificaciones (Munir et al., 2023). Resultados similares han sido ampliamente reportados en la literatura científica (Dietrichson et al., 2017; Gómez et al., 2014; Rodríguez & Guzmán, 2019), destacando una asociación consistente entre el NSE y el desempeño escolar de los niños. Además, se ha observado que la fuerza de esta relación se mantiene a lo largo del tiempo (Von Stumm et al., 2022), como lo confirma un metaanálisis que analizó más de 300 estudios empíricos (Liu et al., 2022). Asimismo, se ha señalado que el NSE influye en diversas capacidades cognitivas, incluyendo el funcionamiento ejecutivo, la atención, el lenguaje, entre otros procesos (Langensee et al., 2024; Peng & Kievit, 2020; Von Stumm et al., 2020).

Si bien el NSE suele asociarse principalmente con los ingresos familiares y el nivel educativo de los padres, también se ha utilizado como medida el NSE de los colegios, y se ha planteado que esa variable también influye en el logro escolar (Cansiz et al., 2019; Gustafsson et al., 2018). En el caso de Chile, según datos la OCDE (2015), presenta altas tasas de pobreza en comparación con otros países. Además, diversos informes señalan una marcada desigualdad en el sistema educativo. Los estudiantes provenientes de niveles socioeconómicos bajos, en su mayoría matriculados en colegios municipales, suelen carecer de los recursos materiales necesarios, lo que repercute negativamente en su rendimiento académico y desarrollo cognitivo. Esta situación se ve agravada por un sistema escolar estratificado, en el que la selección de estudiantes está fuertemente determinada por su nivel socioeconómico (Lipina et al., 2013; Escobar et al., 2018; Valenzuela et al., 2014).

En Chile, las dependencias administrativas de los establecimientos educacionales se agrupan en tres grandes categorías: los colegios municipales o públicos, que son gestionados por los municipios; los particulares subvencionados, que reciben financiamiento tanto del Estado como de aportes privados; y los particulares pagados, que son financiados directamente por las familias. Esta estructura fue implementada con el objetivo de mejorar la calidad de la educación y ofrecer a padres y apoderados la posibilidad de elegir el establecimiento que mejor se ajuste a sus preferencias (Díaz et al., 2019).

Respecto al pensamiento matemático, diversas evidencias científicas han destacado ampliamente la asociación negativa entre NSE bajo con el aprendizaje matemático (Ng et al., 2021), y según las mediciones nacionales en matemáticas, indican que los estudiantes que asisten a colegios municipales o gratuitos obtienen resultados significativamente más bajos en comparación con aquellos que asisten a establecimientos particulares pagados (Agencia de Calidad de la Educación, 2019, 2022, 2023). Esta brecha de desempeño se observa desde la educación preescolar, ya que los niños que provienen de establecimientos públicos enfrentan menores oportunidades de aprendizaje en relación con sus pares de nivel socioeconómico medio y alto (Ponce & Strasser, 2019). En esta misma línea, la encuesta longitudinal de primera infancia en Chile evidenció brechas a favor de los niños NSE alto en habilidades como el cálculo escrito desde el inicio de la educación formal. Estas diferencias se acentuaron con la edad, identificándose también un menor desempeño en fluidez aritmética por parte de los estudiantes de NSE bajo. En cuanto a la resolución de problemas aplicados, la brecha inicial se amplió y se mantuvo constante hasta séptimo grado de educación básica (Ayala et al., 2024).

Estudios internacionales, también han destacado que las diferencias del NSE surgen desde el preescolar, donde se ha identificado que los niños que provienen de contextos de mayor vulneración socioeconómica se desempeñan peor en tareas de comparación de magnitudes, conteo, adición y sustracción, que los estudiantes de NSE alto (Elliott & Bachman, 2018). Asimismo, el estudio de James-Branham et al. (2023) evidenció una brecha socioeconómica en el desarrollo del pensamiento matemático informal en preescolares provenientes de barrios más desfavorecidos, cuyas madres presentaban un nivel educativo más bajo. Además, Ducan y Magnuson, (2011) señalan que cuando las desventajas están presentes antes de ingresar a la educación formal es poco probable que se desvanezcan con el tiempo, pues la relación del NSE y el pensamiento matemático se mantiene estable incluso después del proceso de escolarización (Ritchie & Bates, 2013).

De manera similar, Rittle-Johnson et al. (2017), encontraron que los estudiantes que provienen de familias con un NSE bajo, presentaron un conocimiento matemático más limitado antes de ingresar a la educación formal. Este hallazgo concuerda con el estudio de Fischer & Thierry, (2021), quienes señalaron que los niños de NSE bajo mostraron un menor desempeño en tareas de comparación simbólica y no simbólica, posiblemente debido a una menor exposición a contenidos numéricos dentro del hogar. Del mismo modo, la investigación de Short y McLean (2023), evidenció que los niños de NSE bajo obtuvieron un menor rendimiento en el conocimiento numérico temprano como en pruebas estandarizadas en matemáticas, en comparación con sus pares de NSE más alto. No obstante, algunas evidencias no han encontrado una asociación clara entre el NSE y la comparación de magnitud no simbólica (Gilmore et al., 2010; Vanbinst et al., 2018), dado que esta se considera una habilidad innata e inherente a todas las especies (Dehaene, 2011), sin embargo, un estudio longitudinal realizado por Guzmán et al. (2021) en el contexto chileno, encontraron diferencias en el desempeño en la comparación no simbólica a favor de los preescolares de NSE alto.

Dada la relación entre NSE, los predictores cognitivos y el rendimiento académico, se ha destacado el papel mediador de estos predictores en la adquisición del desarrollo del pensamiento matemático formal. Entre ellos, se incluyen el funcionamiento ejecutivo como la memoria de trabajo, el control inhibitorio y el cambio atencional (Zhu et al., 2025). Además esta asociación varía según las categorizaciones del NSE del grupo familiar (Rosen et al., 2020). No obstante, algunas investigaciones también han encontrado que estas variables cognitivas tiene un efecto indirecto sobre las habilidades matemáticas (Georgiou et al., 2020; Zhu & Zhao, 2023). En línea con estos hallazgos, los trabajos de Blakey et al., (2020) y Blums et al., (2017), demostraron que los niños que provienen de familias de NSE alto tienen un mejor desempeño en dichas habilidades cognitivas, y esta relación se mantiene estable en el transcurso de la trayectoria escolar (Hackman et al., 2015). Algunos factores asociados al NSE que podrían explicar las discrepancias entre estudiantes de NSE alto y bajo en los predictores de dominio general están relacionados con la falta de estimulación en el hogar, la disponibilidad de materiales didácticos y el grado de involucramiento de los padres en el aprendizaje de sus hijos (Rosen et al., 2020).

En concordancia con lo anterior, el metaanálisis realizado por Mooney et al. (2021) encontró que la desventaja socioeconómica se asocia con un menor desempeño en la memoria de trabajo en niños. Esta relación se mantuvo consistente a lo largo de las distintas pruebas utilizadas para evaluar dicha capacidad cognitiva. Asimismo, estudios previos han reportado hallazgos similares (Hackman et al., 2014; Lawson et al., 2018). No obstante, se ha señalado que la magnitud de la relación entre el NSE y la memoria de trabajo puede variar según el tipo de componente evaluado, verbal o visoespacial o, en términos más generales, según la forma en que se operacionaliza el constructo (Vandenbroucke et al., 2016). También se ha analizado la asociación entre el NSE y la inteligencia fluida, pues los niños que provienen de un NSE familiar alto, potencian los efectos de dicho predictor de dominio general en la adquisición del pensamiento matemático formal (Peng et al., 2019). En esta línea, el estudio de Blums et al. (2016), que operacionalizó el nivel socioeconómico a partir del nivel educativo de la madre, encontró que esta variable predice tanto el desarrollo del funcionamiento ejecutivo como el rendimiento en matemáticas y ciencias en estudiantes de educación media.

Por otra parte, también se ha identificado una asociación entre el NSE y la ansiedad matemática. En el contexto chileno, se ha observado que los estudiantes que presentan altos niveles de ansiedad frente a las matemáticas suelen provenir de entornos sociales más desfavorecidos (Agencia de Calidad de la Educación, 2017). Un estudio longitudinal mediante un modelo de mediación serial múltiple, encontró que el NSE explicó directa e indirectamente la ansiedad matemática a través de las habilidades numéricas básicas desde el preescolar hasta segundo grado de educación básica (Guzmán et al., 2021). De manera similar, Rubinstein et al. (2018) plantean que los estudiantes provenientes de familias con recursos económicos limitados y bajos niveles educativos tienen un mayor riesgo de experimentar altos niveles de ansiedad matemática.

Por otra parte, algunos estudios han explorado los correlatos neuronales que subyacen al pensamiento matemático y cómo se relacionan con el NSE. En un estudio de neuroimagen, Demir et al. (2015) encontraron que los fundamentos neuronales del procesamiento numérico difieren según el NSE. En particular, las representaciones verbales asociadas al giro temporal medio se relacionan más fuertemente con las habilidades matemáticas en niños de NSE alto, en comparación con aquellos de NSE bajo. En contraste, las regiones cerebrales asociadas al procesamiento espacial, como el surco intraparietal, mostraron una mayor activación en niños provenientes de contextos de bajo NSE. Estos hallazgos sugieren que los niños de NSE bajo podrían desarrollar adaptaciones neurales, reclutando diferentes áreas cerebrales para alcanzar niveles de rendimiento similares al de sus pares de NSE más alto. Este hallazgo es coherente con el estudio de Demir-Lira et al. (2016), quienes señalan que los mecanismos neuronales en edades tempranas pueden funcionar como posibles neuromarcadores del desempeño aritmético a largo plazo, y que dichos mecanismos varían en función NSE.

Por otro lado, la literatura científica ha evidenciado que, si bien existe una fuerte relación entre el nivel socioeconómico (NSE) y el desarrollo del pensamiento matemático formal, es posible mitigar los efectos de esta variable contextual para reducir las brechas entre los estudiantes (Daucourt et al., 2021; Susperreguy et al., 2020; Mutaf-Yildiz et al., 2020). Entre las estrategias destacadas se encuentran el acompañamiento o apoyo parental en el hogar (Del Río et al., 2017), las interacciones lúdicas dentro del grupo familiar que incorporen contenidos matemáticos (Linder & Emerson, 2019), el uso de entornos de aprendizaje basados en el juego en el aula (Brezovszky et al., 2019), así como la implementación de herramientas digitales orientadas a fomentar el pensamiento matemático en niños que se encuentran en situación de desventaja (Hussein et al., 2022).

A pesar de la evidencia que respalda la relación entre el NSE y el pensamiento matemático formal, los resultados no son del todo concluyentes. Esta falta de consistencia puede deberse, en parte, a las distintas formas en que se ha medido el NSE. Por ejemplo, varios estudios han utilizado el nivel educativo de la madre como indicador, y se ha demostrado que esta variable contribuye significativamente al rendimiento académico de los estudiantes (King et al., 2017). No obstante, se ha sugerido que existen otros factores que afectan negativamente el logro escolar (Lanza et al., 2014; Ragnarsdottir et al., 2017), tales como las políticas y gestiones de las administraciones educativas (Roy & Raver, 2014), las expectativas parentales, así como características individuales del estudiante, como la autoeficacia (Cleary & Kitsantas, 2017; Rocchino et al., 2017). A ello se suman los componentes cognitivos, ya mencionados previamente, y los procesos afectivos, como la motivación y la ansiedad escolar. Este último, en particular, ha cobrado creciente interés en la última década dentro del campo de la cognición numérica, y merece especial atención en las primeras etapas de la educación formal, aspecto que será abordado en el siguiente capítulo.

Capítulo 2.5. Variable Afectiva: Ansiedad Matemática y el pensamiento matemático formal

Introducción

En el estudio de la cognición numérica, se ha otorgado mayor importancia a la medición de los predictores tanto de dominio general (Geary et al., 2004) como específicos (Karagiannakis et al., 2014) en la resolución de problemas aritméticos. Sin embargo, la influencia de factores afectivos, como la ansiedad, también ha sido ampliamente documentada, dado que desempeña un papel crucial en el desarrollo del pensamiento matemático desde los primeros años de la educación formal (Hoffman, 2010; Passolunghi et al., 2019). No obstante, en el contexto escolar, la relación entre las matemáticas y la ansiedad suele subestimarse, lo que implica dejar de lado su relevancia en el diseño de intervenciones pedagógicas y cognitivas dirigidas a niños con dificultades en competencias aritméticas (Cargnelutti et al., 2017; Wu et al., 2014).

Es importante señalar que la ansiedad está presente en la mayoría de los estudiantes, especialmente al enfrentarse a asignaturas percibidas como difíciles o durante evaluaciones. En el caso particular de las habilidades numéricas, este fenómeno se ha denominado ansiedad matemática, y se manifiesta mediante síntomas como tensión, inquietud motora, irritabilidad o bloqueo mental, entre otros (Pérez-Tyteca et al., 2013). Aunque numerosas investigaciones han abordado la relación entre ansiedad y rendimiento en matemáticas, todavía no existe claridad sobre este vínculo, especialmente en estudiantes de educación primaria (Passolunghi et al., 2019).

Si bien la literatura científica ha documentado los efectos de la ansiedad matemática a mediano y largo plazo en el rendimiento matemático de niños mayores de ocho años y adultos, especialmente en contextos angloparlantes (Dowker et al., 2016; Rodríguez et al., 2021), los hallazgos aún no son concluyentes. Por ello, en este capítulo se presentará un recorrido por el concepto de ansiedad y su creciente relevancia en el estudio de las competencias aritméticas. Asimismo, se describirán los principales modelos teóricos que han intentado explicar la relación entre ansiedad y rendimiento matemático, junto con los instrumentos de evaluación más utilizados en población infantil y juvenil.

2. 5.1 La Ansiedad Matemática

La ansiedad suele definirse como una emoción normal que todas las personas experimentan en algún momento. Se trata de una respuesta básica de supervivencia que permite enfrentar estímulos novedosos o amenazantes. Entre las reacciones esperadas se encuentran la taquicardia, el aumento de la frecuencia respiratoria, la sudoración, entre otras, las cuales preparan al organismo para huir o afrontar el peligro. En este sentido, la ansiedad cumple una función adaptativa, favoreciendo la preservación y el afrontamiento en situaciones estresantes. Sin embargo, este mecanismo puede alterarse y generar respuestas desadaptativas que afectan el funcionamiento en contextos cotidianos como el escolar, el laboral o en actividades del día a día, configurando lo que se conoce como un trastorno de ansiedad (Cárdenas et al., 2010).

En ciertos casos, los síntomas de ansiedad pueden tener efectos positivos tanto en adultos como en niños, ya que movilizan recursos internos que permiten afrontar de manera eficiente situaciones novedosas o indeseadas. No obstante, en la infancia, estas manifestaciones suelen estar asociadas con temores excesivos a sufrir daño, miedo a la separación de figuras de apego o a experimentar pérdidas. Estos temores pueden desencadenar reacciones fisiológicas que interfieren con la funcionalidad del niño. En algunos casos, los síntomas no cumplen con los criterios diagnósticos de un trastorno de ansiedad, ya que se presentan únicamente en contextos específicos, como el escolar. Por ejemplo, es común que niños y adolescentes experimenten ansiedad ante evaluaciones debido al miedo al fracaso o a un bajo rendimiento académico. Además, estos síntomas pueden estar relacionados con dificultades específicas en habilidades como la lectura o las matemáticas, lo que también requiere una evaluación e intervención oportuna (Parrado, 2008).

Diversos autores señalan que niveles elevados de ansiedad afectan negativamente el aprendizaje, ya que interfieren en procesos cognitivos esenciales como la atención, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva necesaria para adaptarse a las exigencias del entorno escolar. Más allá de los aspectos cognitivos, algunos estudiantes desarrollan percepciones hostiles o amenazantes hacia su desempeño académico, especialmente ante logros bajos en ciertas asignaturas, lo que incrementa el riesgo de desarrollar o mantener trastornos de ansiedad (Jadue, 2001).

En cuanto al desempeño en áreas escolares específicas, la ansiedad matemática se define como la tensión que experimenta una persona al manipular números o resolver problemas aritméticos. Esta forma de ansiedad no se considera un trastorno ni una discapacidad, ya que quienes la presentan pueden desenvolverse sin dificultades en contextos no académicos o que no involucren números. Sin embargo, la ansiedad matemática se asocia con un bajo rendimiento en esta área desde los primeros años de escolaridad (Carey et al., 2017; Sorvo et al., 2017), relación que también ha sido observada en adolescentes y adultos, como se ha reportado en los metaanálisis de Hembree (1990) y Ma (1999).

Con el propósito de analizar la relación causal entre la ansiedad y el pensamiento matemático han surgido tres modelos teóricos: 1) la teoría del déficit, 2) el modelo de ansiedad debilitante y 3) la teoría recíproca. La teoría del déficit explica que, un bajo desempeño en las habilidades numéricas conlleva a experimentar sentimientos negativos que a su vez desencadenan la ansiedad matemática (Ashcraft & Krause, 2007), lo cual ha sido respaldado en estudios longitudinales en niños de educación primaria como el trabajo de Carey et al. (2016) quienes argumentan que un bajo rendimiento predice niveles altos de ansiedad matemática, y estos hallazgos son consistentes con lo encontrado en los estudios de Wu et al. (2014) y Passolunghi, (2011) donde se han encontrado que los niños con rendimiento atípico en el aprendizaje matemático desarrollaron más ansiedad en comparación con sus pares con desempeño normotípico.

Por su parte, el segundo modelo plantea que la ansiedad moviliza una caída afectiva en las competencias aritméticas y en las matemáticas en general. Asimismo, Ashcraft (2002) señala que los estudiantes con altos niveles de ansiedad resuelven las operaciones matemáticas en menor tiempo que sus pares, pero esto se debe a que prefieren disminuir el tiempo invertido en este tipo de actividades, y por ello, muestran una tendencia a cometer más errores, en este sentido, cuando se evalúa el logro en las habilidades numéricas bajo condiciones de tiempo (cronometrado) difícilmente refleja la capacidad de las personas con ansiedad matemática (Ashcraft & Moore, 2009).

Respecto al tercer modelo denominado la teoría recíproca, propone que la ansiedad matemática y el rendimiento se afectan mutuamente (Carey et al., 2016), y una evidencia de ello es el estudio realizado por Gunderson et al. (2018) cuyos hallazgos sugieren la existencia de una relación recíproca entre ambas variables en niños de primero y segundo grado de educación primaria. No obstante, algunas investigaciones de corte longitudinal (Carey et al., 2016) han reportado resultados contradictorios, y al parecer dichas inconsistencias pueden ser explicadas por factores como la edad y el grado escolar, ya que la exigencia cognitiva en los diferentes tipos de operación matemática fluctúa según ciclo educativo cambiando el efecto en las actitudes y las emociones, lo que indica que no hay una relación lineal entre la ansiedad y el rendimiento en matemáticas (Sorvo et al., 2019).

Bajo la perspectiva anterior, el trabajo de Deiseo y Fraser (2019), sugiere que los estudiantes de secundaria que exhibieron actitudes y emociones negativas, poco disfrutaron de actividades relacionadas con las matemáticas mostrando mayores niveles de ansiedad afectando el rendimiento en esta habilidad escolar. Adicionalmente, Sorvo et al. (2019) plantean que la ansiedad matemática es poco evidente en la educación primaria, y el metaanálisis de Hembree (1990), señala que la ansiedad matemática es evidente en la secundaria, especialmente en los grados noveno y décimo. En esta misma línea, el estudio longitudinal de Sorvo et al. (2022), encontró que la ansiedad matemática en jóvenes de sexto grado fue un predictor del bajo rendimiento en séptimo grado.

Ahora bien, los hallazgos contradictorios sobre la relación entre la ansiedad matemática y el rendimiento en la capacidad aritmética, se debe en gran medida al modelo teórico y también por la perspectiva adoptada para evaluar la ansiedad, en otras palabras, algunos autores han señalado que existen dos dimensiones en este constructo, el primero, es el rasgo de ansiedad que es definido como una emoción típica y habitual que asumen las personas en cualquier contexto como por ejemplo en el ámbito académico, y la segunda dimensión es el estado de ansiedad que se refiere a la presencia de la sintomatología en un momento específico (Sorvo et al., 2022).

Adicionalmente, los estudios que adoptan diseños longitudinales suelen centrarse en el rasgo de ansiedad y en la teoría del déficit, la cual plantea que un bajo desempeño académico genera ansiedad, estableciendo así una relación a largo plazo entre ambas variables. Por esta razón, cuando se busca analizar la ansiedad como una emoción transitoria, se recurre a investigaciones experimentales, respaldadas por el modelo de ansiedad debilitante (Carey et al., 2016). No obstante, con el objetivo de reducir la variabilidad en los hallazgos, autores como Sorvo et al. (2022) recomiendan que en estudios longitudinales se evalúen tanto el rasgo como el estado de ansiedad, dado que representan dos dimensiones fundamentales del constructo.

Por otro lado, Ashcraft y Moore (2009) observaron que los estudiantes universitarios no manifestaban emociones negativas al resolver operaciones aritméticas simples; sin embargo, al enfrentarse a problemas más complejos, la ansiedad se hacía evidente, lo que repercutía negativamente en su desempeño matemático. A pesar de ello, aún se requiere mayor evidencia respecto al efecto del tipo de tarea y la ansiedad en población infantil, ya que durante esta etapa se observa una mayor variabilidad en las habilidades numéricas (Aunola et al., 2004). En línea con esta idea, un estudio longitudinal que analizó la transición de estudiantes entre la educación primaria y secundaria encontró que el estado de ansiedad tenía un efecto mínimo al resolver operaciones aritméticas simples (de un dígito), pero dicho efecto se intensificaba con tareas más complejas. En estos casos, los estudiantes con mayores niveles de ansiedad cometían más errores (Sorvo et al., 2022).

Este fenómeno ha sido denominado "efecto ansiedad-complejidad", originalmente descrito por Ashcraft y Faust (1994), quienes plantean que existe una relación entre la ansiedad y el procesamiento diferencial de tareas aritméticas y del razonamiento matemático en general. Para analizar este efecto, los autores conformaron cuatro grupos de participantes según su nivel de ansiedad (medido mediante un autoinforme) y les presentaron dos conjuntos de sumas y multiplicaciones de un dígito, junto con otros dos conjuntos que incluían sumas de dos dígitos y tareas aritméticas mixtas. Los resultados revelaron que todos los grupos obtuvieron un rendimiento similar en las tareas más simples, pero a medida que la complejidad de los problemas aumentaba, el desempeño disminuía y los niveles de ansiedad se incrementaban (Suárez-Pellicioni et al., 2016).

Por otro lado, el estudio de Sarı y Szczygieł (2023) examinó si la ansiedad matemática desempeña un papel mediador entre la estimación en la línea numérica y el rendimiento en aritmética en estudiantes de tercer y cuarto grado de educación básica. Aunque no se encontró evidencia de una mediación significativa, los resultados indicaron que a medida que aumentaba la dificultad de las tareas en la recta numérica, los participantes cometían más errores y presentaban niveles más altos de ansiedad. Además, el mismo estudio incluyó un análisis de moderación, cuyos resultados revelaron que la precisión en la representación mental de los números influía en la variabilidad del rendimiento matemático, particularmente en los niños con niveles elevados de ansiedad. En una línea similar, Justicia-Galeano et al. (2017), mediante un análisis de mediación múltiple, identificaron que la memoria de trabajo y el autoconcepto matemático explicaban la relación entre la ansiedad matemática y el rendimiento en esta área, destacando así la complejidad de los factores cognitivos y emocionales que intervienen en el desempeño académico en matemáticas.

Aunque existe un mayor número de evidencias científicas que han evaluado el efecto de la ansiedad y el rendimiento académico en estudiantes de secundaria, un menor número de estudios se han enfocado en niños pequeños donde se ha encontrado un impacto negativo de la ansiedad en el desempeño matemático en los primeros años de la educación formal (Cargnelutti et al., 2017; Passolunghi et al., 2019; Ramírez et al., 2013; Vukovic et al., 2013; Wu at al., 2014), mientras que otros no han hallado este tipo de relación (Dowker et al., 2012; Hasse et al., 2012), aspecto que puede ser explicado por el instrumento administrado dado que algunos abordan la ansiedad hacia los exámenes como la escala de calificación matemática (MARS acrónimo en inglés) diseñada originalmente por Richardson y Suinn, (1972) que evalúa la dimensión afectiva de las reacciones negativas hacia los números y sus nuevas adaptaciones han relevado una relación entre la ansiedad matemática y el desempeño en esta habilidad escolar en niños de educación básica.

Por otro lado, el cuestionario de ansiedad matemática (MAQ, acrónimo en inglés) creado por Thomas y Dowker (2000) analiza cuatro dimensiones como el 1) rendimiento autopercibido, 2) las actitudes hacia las matemáticas, 3) el bajo rendimiento, 4) infelicidad y ansiedad. A pesar de su estructura factorial, pocos estudios han encontrado una asociación entre la ansiedad matemática y el rendimiento en el primer ciclo de la educación primaria (Haase et al., 2012; Madera et al., 2012). Adicionalmente, la escala de ansiedad matemática temprana (SEMA, acrónimo en inglés) desarrollado por Wu et al. (2012) incluye dos factores subyacentes 1) procesamiento numérico, y 2) Rendimiento y ansiedad situacional, este instrumento ha demostrado ser útil en niños pequeños, pues esta medida se correlacionó fuertemente con el razonamiento matemático, en otras palabras, con la resolución de problemas verbales complejos, mientras que las puntuaciones del SEMA se correlacionaron débilmente con el cálculo básico, lo que indica que la ansiedad matemática tiene un efecto en las operaciones numéricas de mayor exigencia cognitiva.

Si bien, varios hallazgos han encontrado una la relación entre la ansiedad matemática y el rendimiento en estudiantes de secundaria, pocos estudios han incluido las reacciones fisiológicas en esta población (Dobkin et al., 2000), por ello, gran parte de las evidencias corresponden a población adulta donde se ha identificado un aumento de la frecuencia cardiaca y la presión arterial diastólica y sistólica como respuesta a la exposición de problemas de cálculo mental (Ushiyama et al., 1991), así como el aumento de la norepinefrina y epinefrina después de desarrollar operaciones aritméticas (Reims et al., 2004). Asimismo, el trabajo realizado por Willemsen et al. (2000) y Yoshino y Matsuoka (2005), sugiere que la carga de tareas mentales incrementa la presión arterial a medida que el nivel de complejidad de las pruebas aumenta.

CAPITULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Diseño

Este estudio se enmarcó en el paradigma post-positivista dado a que se conciben las variables de interés externas al investigador, que son medibles con instrumentos objetivos y cuantificables, por lo tanto, susceptible al análisis estadístico (Ramos, 2015). La investigación es de naturaleza no experimental, dado a que no hay manipulación de variables independientes para examinar un efecto en la dependiente (Hernández et al., 2006). El abordaje del estudio, fue descriptivo, correlacional, y predictivo donde se exploró la interacción de diferentes variables independientes para explicar la variabilidad del pensamiento matemático formal, y dado que, las mediciones se realizaron al inicio de la educación formal y concluyeron a finales de segundo básico se optó por un diseño de corte longitudinal (Ato et al., 2013).

3.2 Muestra

La muestra fue no probabilística y por conveniencia dada la voluntariedad y anuencia de los directores de los colegios, así como de los apoderados o tutores y estudiantes. Inicialmente, se realizó una preselección de 180 estudiantes quienes participaron en la primera recolección de datos. Sin embargo, se perdió el 15% de la muestra debido al cambio de los estudiantes de colegio. Así en el segundo año de medición, la muestra final se conformó por 154 estudiantes De ellos, 70 niñas (M = 7.77 años, DE = .43 años) y 85 niños (M = 7.73 años, DE = .49 años), y fueron seleccionados de tres establecimientos educativos de la región metropolitana, de dependencia administrativa gratuita (reciben aportes municipales) y alto (particular pagado: financiados por las familias), y se verificó la información a través del portal de atención ciudadana del ministerio de educación del gobierno de Chile.

Por otra parte, los criterios de inclusión de la muestra fueron: (a) Los niños que participaron en la primera medición (primero básico), son quienes fueron evaluados en segundo básico, (b) contar con el consentimiento de los padres y asentimiento propio, y como criterio de exclusión: (a) antecedentes neurológicos o psiquiátricos, (b) Discapacidad intelectual, (c) respuestas en las tareas experimentales inferior al 50%.

3.3 Operacionalización de las variables

Pensamiento Matemático Formal

-Variable dependiente: Pensamiento Matemático Formal

Definición Conceptual: Las matemáticas formales se relacionan con las habilidades y conceptos que los niños aprenden en las escuelas (Ginsburg & Baroody, 2007).

Definición Operacional: Se evaluó la dimensión de pensamiento matemático formal, la cual comprende cuatro subdimensiones: (1) convencionalismos, (2) hechos numéricos, (3) cálculo y (4) conceptos. Cada respuesta correcta fue calificada con un punto (Ginsburg et al., 2007).

Precursores de Dominio General

-Variable Independiente: Control inhibitorio Comportamental

Definición Conceptual: Hace referencia a la capacidad para controlar los impulsos para responder apropiadamente según el contexto social (Diamond, 2013).

Definición Operacional: En la tarea Go-NoGo, se otorgó una puntuación máxima de 362 puntos. Además, se calcula la Medida de Eficiencia (ME), la cual se determina a partir de la proporción de errores y el tiempo de reacción. En este caso, un puntaje más alto refleja una menor eficiencia (Lyons et al., 2014).

-Variable Independiente: Control inhibitorio Cognitivo

-Definición Conceptual: Es la capacidad para suprimir o resistir pensamientos automáticos, especialmente cuando no son apropiadas al contexto (Diamond, 2013).

Definición Operacional: En la tarea The Bivalent Shape Task, se asignó una puntuación máxima de 80 ítems. Para evaluar el desempeño de los participantes, se calculó la Medida de Eficiencia (ME), la cual se obtiene a partir de la proporción de errores y el tiempo de reacción. En esta medida, una menor ME indica un mejor rendimiento (Lyons et al., 2014).

-Variable Independiente: Memoria de Trabajo Verbal

Definición Conceptual: Es el encargado de conservar y manipular temporalmente la información de tipo verbal que puede provenir de fuentes externas o internas (Baddeley, 2003).

Definición Operacional: En la subprueba de retención de dígitos, cada ítem se califica con un puntaje directo de 0 a 2, con un total máximo esperado de 54 puntos. Estos puntajes se convierten posteriormente en puntajes escalares que van de 1 a 19. Una puntuación más alta en esta escala indica un mejor desempeño en la memoria de trabajo verbal (Rosas & Pizarro, 2017).

-Variable Independiente: Memoria de Trabajo Visoespacial

Definición Conceptual: Es el sistema responsable de analizar, conservar y procesar información de tipo visual y espacial que proviene de estímulos externos como del propio sistema cognitivo (interno) (Baddeley, 2003).

Definición Operacional: En la tarea Froggy, cada ítem incluye dos ensayos, y el puntaje máximo que se puede obtener en las fases directa e inversa es de 32 puntos. Posteriormente, se calcula la ME, un indicador inverso que se obtiene a partir de la proporción de errores y el tiempo de reacción. Un puntaje más alto en esta medida indica una menor eficiencia (Lyons et al., 2014).

-Variable Independiente: Inteligencia Fluida

Definición Conceptual: Definida como la capacidad para analizar, resolver problemas mediante el razonamiento inductivo y deductivo, y está asociada con los aspectos biológicos (Cattell, 1957).

Definición Operacional: El Test de Matrices Progresivas de Raven está compuesto por 36 ítems, y cada respuesta correcta se califica con un punto, lo que permite alcanzar un puntaje máximo de 36 (Raven, 2003).

-Variable Independiente: Cambio Atencional

Definición Conceptual: Es la capacidad de cambiar una estrategia para adaptar los pensamientos, y conductas a situaciones inesperadas de forma flexible (Van der Sluis, et al., 2007).

Definición Operacional: En la tarea Frunimal, cada respuesta correcta se califica con un punto, alcanzando un puntaje máximo de 40. Además, se calcula la ME, la cual se obtiene considerando la proporción de errores y el tiempo de reacción. En esta medida, un puntaje más alto refleja una menor eficiencia (Lyons et al., 2014)

Predictores de Dominio Específico

-Variable independiente: Comparación No Simbólica

-Definición conceptual: Es un sistema de representación no verbal, que permite aproximar, comparar y estimar cantidades sin manipular códigos arábigos (Dehaene, 2011).

-Definición Operacional: Por cada ítem respondido correctamente, se asigna un punto al participante, con un total de hasta 56 pares de ítems posibles de acierto (Nosworthy et al, 2013).

-Variable independiente: Comparación Simbólica

-Definición Conceptual: Es un sistema verbal, que permite representar los números de forma exacta (Dehaene, 2011).

-Definición Operacional: Por cada ítem correcto se le otorga un punto al participante, para un total de 56 pares de ítems aciertos (Nosworthy et al, 2013).

-Variable independiente: Estimación Numérica

-Definición Conceptual: Es la habilidad que permite establecer un juicio de valor del resultado de una operación numérica o de la cantidad de estímulos que posee un conjunto de elementos (Dehaene, 2011).

-Definición Operacional: Por cada respuesta correcta, el participante recibe un punto, con un máximo posible de 10 aciertos. Una respuesta se considera correcta si el error de estimación no supera el 15 %.

-Variable independiente: Conteo

-Definición Conceptual: Asignación sucesiva de símbolos o etiquetas verbales a las entidades de un conjunto de elementos (Miranda-Álvarez et al., 2018).

-Definición Operacional: Por cada ítem respondido correctamente, se asigna un punto al participante, con un máximo de 20 aciertos posibles. Posteriormente, se calcula la Medida de Eficiencia (ME), la cual se obtiene a partir de la proporción de errores y el tiempo de reacción. Un puntaje más alto en esta medida indica una menor eficiencia (Lyons et al., 2014).

Ansiedad Matemática

-Variable independiente: Ansiedad Matemática

Definición Conceptual: Es definido como una respuesta emocional negativa ante situaciones numéricas y aritméticas

Definición Operacional: Las puntuaciones de la escala de Ansiedad Matemática Infantil Revisada (CMAQ-R) se calculan a partir de las respuestas totales de cada ítem que oscilan en un rango de 16 a 80 puntos, donde un mayor puntaje se traduce en altos niveles de ansiedad (Guzmán et al., 2021).

-Variables Sociodemográficas

-Variable independiente: Dependencia Administrativa

Definición conceptual: Es el organismo o institución responsable de la gestión, dirección y control del establecimiento. .

Definición Operacional: es una variable con dos categorías: gratuitos y particular pagado.

-Variable independiente: Género

Definición conceptual: Es el conjunto de ideas, creencias y atribuciones sociales, que se construye en cada cultura y momento histórico con base en la diferencia sexual.

Definición Operacional: es una variable con dos categorías: femenino y masculino.

3. 4 Instrumentos de Medición

3.4.1. Pensamiento Matemático Formal: Se administró el instrumento normativo TEMA 3, que es confiable y válido para la evaluación de la habilidad matemática infantil. Para los fines de este estudio, se evaluó únicamente el pensamiento matemático formal, que comprende cuatro subdimensiones (1) convencionalismos, (2) hechos numéricos, (3) cálculo y (4) conceptos. Para, para primero básico, se administró desde el ítem 21 al 31, y para segundo básico, desde el ítem 32 al 46. En la corrección, se consideraron los efectos techo y suelo para determinar la aplicación de la bonificación o la secuencia inversa, en caso de que se observaran errores en los primeros cuatro ítems administrados. Cada respuesta correcta fue puntuada con un punto. El coeficiente de confiabilidad por consistencia interna reportado en una muestra española es alto, con valores de $\alpha = .84$ a .99 (Ginsburg et al., 2007).

Precursores de Dominio General

3.4.2. Memoria de Trabajo Visoespacial: La tarea Froggy aunque con un contexto diferente, sigue la misma forma de evaluación de la tarea cubos de corsi, de la versión diseñada por Mueller (2011). Este juego será administrado a través de una Tableta, y comienza con una pantalla de ejemplo, en donde verán una rana saltando sobre unas plantas acuáticas (Nenúfar), y los participantes deben replicar la secuencia en el mismo orden, tocando la pantalla. La tarea comienza con una secuencia de dos estímulos hasta llegar a ocho, y se suspende automáticamente por cada dos intentos fallidos. Su presentación se realiza en dos bloques 1) secuencia directa; y 2) secuencia inversa. El sistema graba las secuencias de toques realizados por los niños y el tiempo de reacción.

3.4.3. Memoria de Trabajo verbal (Retención de dígitos WISC -V): esta prueba corresponde a la escala de inteligencia de Wechsler, se administró en orden las tres fases que comprende la subescala (dígitos directos, inversos y secuenciados). Cada sección de la tarea contiene 9 ítems y se descontinúa después de dos errores consecutivos. Las puntuaciones brutas se convierten en puntos escalados con base a las normas chilenas. Su alfa de cronbach es $\alpha = .77$ (Rosas, & Pizarro, 2017).

3.4.4. Control Inhibitorio Comportamental: Se utilizó una versión adaptada de la tarea Go/No-Go, diseñada originalmente por Mueller y Piper (2014), con el objetivo de evaluar la capacidad de inhibir respuestas impulsivas. La tarea fue administrada mediante una tableta. En la primera fase, los participantes debían responder a un estímulo "Go" (una flor roja) tocando la pantalla, e inhibir su respuesta al presentarse un estímulo "No-Go" (una flor verde). En la segunda fase, las condiciones se invierten: la flor verde pasa a ser el estímulo "Go" y la flor roja el "No-Go". La tarea incluyó un total de 362 ensayos, con un tiempo de duración de aproximadamente 4 minutos. Los estímulos se presentaron en una matriz de 2x2 sobre un fondo blanco. El software registró automáticamente los toques de los participantes y sus tiempos de reacción. En la muestra de este estudio, la prueba mostró una adecuada consistencia interna, con un alfa de Cronbach de α = .80.

3.4.5. Control Inhibitorio Cognitivo: Se aplicó la tarea experimental Biforma, diseñada bajo el paradigma stroop, y evalúo la capacidad de inhibir interferencias cognitivas. Es una adaptación de la versión original de The Bivalent Shape Task (BST) (Mueller & Esposito, 2014) y fue administrada mediante una tableta. La tarea consistió en presentar una figura central (círculo o cuadrado), y el participante debía asociarla con una de las dos figuras pequeñas ubicadas en la parte inferior de la pantalla: un círculo rojo (izquierda) y un cuadrado azul (derecha). El objetivo consistió en ignorar el color de las figuras (interferencia) y responder únicamente en función de la forma (información relevante). La prueba incluyó una sección de práctica con 5 ensayos, seguida de cuatro fases experimentales: a) Congruente: la figura central coincide tanto en forma como en color con una de las opciones de respuesta. b) Neutral: la figura central y las opciones se presentan en contorno negro, sin color. c) Incongruente (efecto stroop): la figura central coincide en forma con una opción y en color con la otra. d) Mixta: se combinan aleatoriamente ítems de las tres fases anteriores. Cada fase contiene 20 ítems, para un total de 80. Se otorga un punto por cada respuesta correcta. Además, la aplicación registra el tiempo de reacción en milisegundos. El alfa de Cronbach para esta tarea fue de .85 en este estudio.

3.4.6. Inteligencia Fluida: Se administró el test de matrices progresivas de Raven, que permite llevar a cabo una estimación de la aptitud cognitiva general sin influencia de las aptitudes lingüísticas del sujeto, ya que los ítems consisten en formas geométricas reconocibles. Debido a que la prueba requiere una breve instrucción verbal y ninguna respuesta oral o escrita, se minimiza el impacto que las habilidades del lenguaje y los antecedentes culturales puedan tener en el rendimiento de la prueba. La prueba consta de 36 ítems distribuidos en tres bloques (A, AB y B). Cada ítem presenta una figura incompleta, y el participante debe identificar la opción correcta entre seis alternativas para completar lógicamente la secuencia visual. Se asigna un punto por cada respuesta correcta, siendo 36 la puntuación máxima posible. La validez y confiabilidad ha sido estudiada a nivel internacional y el alfa de Cronbach fue de .80 en la muestra de este estudio (Raven, 2003).

3.4.7. Cambio Atencional: En este estudio se aplicó la tarea Fruninal que es una variante de la prueba Animal Shifting creada por Van der Slüis et al., (2007), y Van der Slüis et al., (2012), que mide la capacidad para alternar la atención entre diferentes reglas. Se administró a través de una tableta, y consiste en la presentación de 8 estímulos correspondientes a cuatro especies de animales (pájaro, pez, perro y gato) y cuatro tipos de frutas (plátano, pera, durazno y fresa). En la primera fase, se presentan todos los estímulos y los niños deben denominarlos, con el objetivo de verificar si los participantes están familiarizados con ellos. La segunda fase, corresponde a la tarea Frunimal, que contiene 40 ítems y se entrega la siguiente instrucción "Ahora vas a ver unos dibujos con un animal y una fruta. Toca el animal si el fondo de la pantalla sea blanco y toca la fruta si el fondo es azul". El sistema registró todos los toques realizados por los participantes y el tiempo de reacción, y el alfa de Cronbach fue de .80 en la muestra de este estudio.

Predictores de Dominio Específico

3.4.8. Comparación Simbólica y no simbólica: Se utilizó la prueba Numeracy Screener, desarrollada por Nosworthy et al., (2013), la cual evalúa la capacidad para comparar cantidades numéricas. Esta prueba se administró en formato papel y lápiz, y está compuesta por 56 pares de ítems en dos versiones: una simbólica (con cifras del 1 al 9) y otra no simbólica (con nubes de puntos). En ambas versiones, los participantes debían identificar cuál de los dos elementos representaba una cantidad mayor, ya sea seleccionando el número más grande o la nube con más puntos. Cada fase incluyó una sección de ejemplos y ejercicios de práctica para asegurar la comprensión de la tarea. Posteriormente, los estudiantes contaron con un máximo de dos minutos por fase para resolver la mayor cantidad posible de ítems. Se registraron tanto los aciertos como los errores con el objetivo de calcular el desempeño de los estudiantes. El coeficiente de confiabilidad de consistencia interna fue α= .90 en la muestra de este estudio.

3.4.9. Estimación numérica: Esta prueba, administrada en formato lápiz y papel, evalúa habilidades de estimación en una línea numérica. A cada participante se le entrega una hoja rectangular con una línea horizontal de 20 cm de longitud. Sobre esta línea, en la parte superior de la lámina, se presenta un número que el evaluado debe ubicar estimativamente sobre la recta. El test está compuesto por 10 ítems, correspondientes a los siguientes números: 2, 4, 7, 8, 11, 13, 16, 17, 18 y 19, presentados en orden aleatorio. Para el análisis, se compararon las medias de aciertos, definidos como aquellos casos en los que la ubicación realizada por el alumno no superaba un margen de error de ±15% respecto al valor numérico solicitado. Esta prueba consta de dos fases: en la primera, denominada número-posición, los participantes deben marcar en la línea el lugar correspondiente al número indicado; en la segunda, se les presenta una línea con ciertas posiciones ya marcadas, y deben identificar el número que corresponde a cada una de ellas (Siegler & Booth, 2004).

3.4.10. Conteo: esta prueba consiste en la presentación de puntos blancos en la pantalla de un monitor sobre un fondo negro, que representan cantidades de 1 a 9, los sujetos deben contarlos y luego presionar las teclas numéricas, dependiendo de los estímulos percibidos. Se les da la instrucción de responder lo más rápido posible sin cometer errores. Todas las respuestas incluyendo aciertos, errores y tiempo de reacción quedan registrados en el programa. La tarea consta de 30 ensayos en total, divididos en dos bloques precedidos de 5 estímulos que son entrenamiento.. El coeficiente de confiabilidad de consistencia interna es de α= .82 en muestra chilena (Castro et al., 2017).

3.4.11. Ansiedad matemática.

El Cuestionario de ansiedad matemática infantil-revisado (CMAQ-R) está compuesto por 16 ítems que representan situaciones relacionadas con las matemáticas. Es una escala de 5 puntos que utiliza 5 caras que expresan un rango emocional que oscila en el rango "sin ansiedad" a "muy ansioso". Es una versión revisada del Child Mathematics Anxiety Questionnaire (CMAQ), se encuentra validada en el contexto chileno y tiene una estructura bidimensional: 1) Ansiedad matemáticas ante situaciones explícitas y 2) Ansiedad matemática ante situaciones generales y su alfa de Cronbach es de .83. (Guzmán et al., 2021).

3.5 Consideraciones Éticas.

Este estudio se desarrolló siguiendo los principios éticos establecidos por la Declaración de Helsinki y el Código de Ética de Singapur, los cuales orientan las buenas prácticas en la investigación científica. La investigación se enmarcó dentro del proyecto Fondecyt N° 1230363 titulado *"Un ambiente propicio y equitativo para fortalecer habilidades matemáticas: uso de apps para aprovechar la intuición nativa del niño o la niña hacia la tecnología, un estudio longitudinal"*, aprobado por el Comité de Bioética y Bioseguridad de la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Concepción (Chile). Además, el estudio se sustentó en tres pilares fundamentales relacionados con la ética de la investigación con seres humanos:

1) Se obtuvo el consentimiento informado por escrito por parte de los apoderados, así como el asentimiento de los niños participantes. Además, se contó con la autorización de los directores de los establecimientos educativos para acceder a la muestra.

2) La información recopilada fue resguardada de forma confidencial, asignando un código de identificación a cada participante durante el proceso de evaluación, así como en la elaboración de la base de datos.

3) Se garantizó a los participantes el derecho a retirarse de la investigación en cualquier momento, sin que esto implicara consecuencia o repercusión alguna.

3.6 Procedimiento

Posterior a la aprobación del proyecto por el comité de ética del departamento de psicología de la Universidad de Concepción, se solicitó a los directores de los establecimientos gratuitos y particular pagado, autorización para desarrollar el estudio. Una vez obtenidos los permisos correspondientes, se contactó a los apoderados y se les explicó el objetivo de la investigación y quienes permitieron que su hijo participara firmó el consentimiento informado. Al recolectar dichas autorizaciones, se procedió con la firma del asentimiento por parte de los estudiantes.

Es preciso señalar que, la evaluación de la ansiedad matemática y de los procesos de dominio general y específicos, se realizó en tres sesiones al inicio de primero básico (Tiempo 1): 1) Se aplicaron las tareas que miden la memoria de trabajo verbal, visoespacial, inteligencia fluida, control inhibitorio y cambio atencional, en un tiempo aproximado de 20 minutos. (2) Se administraron las tareas de comparación simbólica y no simbólica, estimación numérica y conteo, en un tiempo máximo de 30 minutos (3) Se aplicó el cuestionario de ansiedad matemática cuyo tiempo de administración oscila entre 10 y 15 minutos. En las sesiones donde se evaluaron los predictores de dominio general y específicos, la asignación de las pruebas fue en orden aleatorio, y la administración fue individual en una sala al interior del establecimiento con las condiciones adecuadas de iluminación y ventilación, sin alterar las actividades curriculares de mayor complejidad teórica, asimismo, en coordinación con los docentes se dispuso de los estudiantes en aquellas asignaturas donde pudieron reajustar los contenidos para no avanzar en temáticas que fuera en desmedro del proceso de aprendizaje de los estudiantes, y tampoco fueron privados de los espacios de descanso o recreos.

Al finalizar primero básico (tiempo 2), se evaluó el pensamiento matemático formal donde se administró la prueba TEMA 3 cuyo tiempo de aplicación osciló entre 30 y 45 minutos, y dicho proceso se replicó un año después, al inicio de segundo básico (tiempo 3) donde se aplicaron las tareas que evaluaron los predictores de dominio general/específico, y la ansiedad matemática, y al final del mismo grado, se administró la prueba TEMA 3 (tiempo 4).

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa SPSS, versión 27.0. En una primer lugar, para las pruebas que evaluaron la memoria de trabajo visoespacial, el control inhibitorio, el cambio atencional, las comparaciones simbólica y no simbólica, la estimación numérica y el conteo, se calculó la mediana del tiempo de reacción (TR) considerando únicamente las respuestas correctas, y se combinó con la proporción de errores. Siguiendo la metodología propuesta por Lyons et al. (2014), se empleó una medida compuesta que integra el TR y la proporción de errores, con el fin de obtener una evaluación más precisa del rendimiento, minimizando el riesgo de falsos positivos y controlando simultáneamente la variabilidad en velocidad y precisión. Para ello, se aplicó la siguiente fórmula: TR* (1+2*proporción de errores), donde un mayor valor refleja un peor rendimiento.

En segundo lugar, se centraron todas las variables analizadas en este estudio para reducir el riesgo de multicolinealidad potencialmente problemática. Luego, se aplicó la prueba t de student para muestras independientes con el fin de analizar cada variable en función del género y la dependencia administrativa a la que pertenecen los participantes Asimismo, se utilizó la prueba t para muestras relacionadas para examinar el cambio longitudinal respecto a los predictores de dominio general y específicos, así como la ansiedad matemática.

En tercer lugar, se realizaron dos análisis de mediación moderada (primero y segundo básico) mediante el modelo 7 de la macro Process V 4.2, que tiene como propósito examinar cómo la variable independiente (memoria de trabajo verbal) influye en la dependiente (pensamiento matemático formal) a través de una variable mediadora (comparación simbólica), y también analiza cómo el impacto de esa mediación cambia según el valor de la variable moderadora (Hayes, 2013). Para estimar los efectos indirectos condicionales se empleó el método de bootstrapping con 10.000 muestras, siguiendo el procedimiento propuesto por Preacher et al.(2007).

Posteriormente, se implementaron dos modelos de mediación serial múltiple (primero y segundo básico), en el cual el efecto de la variable independiente (dependencia administrativa) sobre la dependiente (pensamiento matemático formal) se explica, en este caso, a través de dos variables mediadoras, dispuestas de manera secuencial como la ansiedad matemática (M_1) y la memoria de trabajo verbal (M_2) y en este análisis se incluyó el género de los participantes como covariable. Para ello, se utilizó el modelo 6 de la macro PROCESS (Hayes, 2013). Los coeficientes fueron estimados mediante bootstrapping, y se consideraron significativos aquellos efectos cuyos intervalos de confianza del 95% no incluyeron el valor cero (Hayes, 2018). Este procedimiento se distingue por su robustez, ya que no requiere la asunción de normalidad en la distribución de los datos y ofrece un control adecuado del error tipo I (Preacher et al., 2007; Preacher & Hayes, 2008).

Por último, se realizaron dos modelos de regresión lineal múltiple, en la que se incluyeron como variables independientes todos los predictores de dominio general y específicos y como variable independiente se introdujo el pensamiento matemático formal. En todos los modelos realizados en este estudio, se analizaron los supuestos correspondientes, y se presentaron los estadísticos descriptivos.

CAPITULO 5. RESULTADOS

5.1. Prueba t para Muestras Independiente según el Género de los Participantes

Con el propósito de analizar posibles diferencias entre las variables estudiadas en función del sexo de los estudiantes, se empleó la prueba t para muestras independientes. Se consideró la robustez de esta prueba, a pesar de que algunos grupos en las comparaciones presentadas en las Tablas 1 no siguen una distribución normal (Muñoz et al., 2020). Al aplicar la prueba U de Mann-Whitney, los resultados obtenidos fueron similares. Para evaluar la homocedasticidad de las variables, se utilizó la prueba de Levene; en aquellos casos en los que no se observó homogeneidad de las varianzas, se ajustaron los grados de libertad y se reportó el valor de t con la corrección correspondiente.

Los resultados de la tabla 1, muestran diferencias estadísticamente significativas en la memoria de trabajo verbal, con un mejor desempeño de los niños en comparación con las niñas ($t(153) = 2.17$; $p< .05$; d=.36) en el primer año de educación básica. Esta brecha de desempeño según el sexo se mantuvo en el segundo año de educación básica ($t(153)$ =2.50; $p<.05$; d=.42). En cuanto a la ansiedad matemática, las niñas obtuvieron puntajes más altos que los niños, tanto, en primero básico ($t(153) = -3.91$; $p<.001$; d=.63), como en segundo ($t(153) = -3.30$; $p<.001$; d=.53). Por último, se observa que en las demás variables analizadas, no existen diferencias estadísticamente significativas en función del sexo de los participantes.

Tabla 1. *Estadísticos Descriptivos y Prueba t Muestras Independientes según el Género*

Variables	Niñas (N=70)		Niños (N=85)					
	M	DT	M	DT	*Levene*	*t*	*p*	*d*
Memoria de Trabajo Verbal T_1	12.61	3.37	13.72	2.85	531	2.17	.032*	.36
Memoria de Trabajo Verbal T_2	15.54	2.38	16.46	2.04	3.51	2.50	.012*	.42
Memoria T Visoespacial T_1	10705	2051.7	11177	2510.7	1.16	1.26	.209	.20
Memoria T Visoespacial T_2	8329.4	1703.5	8731.0	2118.8	3.24	1.28	.202	.21
C. Inhibitorio Cognitivo T_1	1174.1	218.7	1129.3	169.7	2.04	.1.435	.153	.23
C. Inhibitorio Cognitivo T_2	958.4	107.4	948.3	110.3	.023	-.576	.565	1.01
C. Inhibitorio Comportamental T_1	3802.6	191.9	806.11	141.8	2.49	-1.97	.051	17.8
C. Inhibitorio Comportamental T_2	790.4	152.1	745.8	135.8	.399	-1.93	.054	.31
Cambio Atencional T_1	707.6	248.7	660.2	181.5	5.07	-1.36	.173	.22

Cambio Atencional T_2	790.4	152.1	575.1	132.9	7.35	-1.74	.085	1.51
Inteligencia Fluida T_1	22.50	6.24	22.92	6.44	.116	.407	.684	.07
Inteligencia Fluida T_2	25.21	6.21	25.73	6.18	.191	.515	.607	.08
Comparación No Simbólica T_1	47.86	7.71	48.7	6.41	4.53	.786	.433	.12
Comparación No Simbólica T_2	51.11	6.54	52.22	5.74	5.30	1.11	.269	.18
Comparación Simbólica T_1	47.89	8.86	49.35	7.27	3.99	1.11	.269	.18
Comparación Simbólica T_2	50.57	7.24	52.07	5.70	9.41	1.31	.191	.23
Conteo T_1	3802.6	1418.3	3866.7	1505.4	.000	.271	.787	.04
Conteo T_2	3625.3	1381.6	3485.7	1329.5	2.62	-.639	.524	.10
Estimación Numérica (PN) T_1	3.87	1.12	4.06	1.14	.057	1.03	.305	.17
Estimación Numérica (PN) T_2	4.59	.602	4.65	.612	.271	.626	.532	.10
Estimación Numérica (NP) T_1	3.77	1.31	3.91	1.12	3.04	.689	.492	.11
Estimación Numérica (NP) T_2	4.51	.737	4.55	.764	.044	.319	.751	.05
Ansiedad Matemática T_1	43.04	10.84	35.94	11.57	1.24	-3.91	.001**	.63
Ansiedad Matemática T_2	54.40	15.16	46.40	14.90	.694	-3.30	.001**	.53
Pensamiento Matemático Formal T_1	5.83	1.10	5.98	1.01	1.53	.870	.386	.14
Pensamiento Matemático Formal T_2	11.94	2.64	12.55	2,38	1.33	1.51	.132	.24

*p <.05 **p <.01 Nota: M: media aritmética. DT: desviación típica; *d*: d de Cohen.

5.2. Prueba t para Muestras Independientes según las Dependencias Administrativas.

Se realizó una prueba t de student para muestras independientes con el fin de comparar todas las variables según la dependencia administrativa de los establecimientos educativos. Aunque los datos no presentaron una distribución normal, se asumió la robustez de la prueba. Tal como se observa en la Tabla 2, los estudiantes de colegios particulares pagados obtuvieron un desempeño significativamente superior en la memoria de trabajo verbal y visoespacial, comparación simbólica y no simbólica, estimación numérica, conteo y pensamiento matemático formal, a lo largo del seguimiento longitudinal.

En cuanto a la inteligencia fluida, los niños de colegios particulares pagados mostraron mejores resultados, pero solo en primer grado; en segundo grado, la diferencia entre ambos grupos dejó de ser estadísticamente significativa. Respecto a la ansiedad matemática, los estudiantes de colegios gratuitos obtuvieron puntuaciones más altas en comparación a los estudiantes de colegios privados, las cuales aumentaron a medida que avanzaron de grado escolar.

Tabla 2. *Estadísticos Descriptivos y Prueba t para Muestras Independientes según dependencias administrativas.*

Variables	Dependencia Administrativa Gratuitos				Dependencia Administrativa Particular Pagado				Comparación de medias			
	M	DT	Min	Max	M	DT	Min	Max	*F*	*t*	*p*	*d*
Memoria de TrabajoT_1	12.05	3.33	6	20	14.6	2.26	7	19	26.1	-5.57	<.001**	.90
Memoria de TrabajoT_2	15.29	2.43	9	21	16.9	1.63	12	20	28.9	-4.90	<.001**	.78
Inteligencia Fluida T_1	20.25	5.89	8	32	25.75	5.48	15	33	.010	-5.95	.919	.97
Inteligencia Fluida T_2	22.95	6.05	8	34	28.61	4.73	14	35	4.24	.6.38	.041*	1.04
Cambio Atencional T_1	716.4	195.4	198	1296	639.6	231.7	134	1680	.018	2.23	.893	.36
Cambio Atencional T_2	623.1	150.4	350	1120	562.7	164.6	275	1125	.008	2.38	.928	.38
C. Inh. Cognitivo T_1	1200	212.3	853	1869	1091.7	153	818	1504	3.47	3.59	.064	.58
C. Inh. Cognitivo T_2	982.9	155.1	715	1424	917	88.24	682	1207	2.59	3.91	.110	.52
C. Inh. Comport T_1	857.6	155.1	532	1318	795.2	176.8	494	1639	.005	2.34	.945	.38
C. Inh. Comport T_2	797.2	132.8	447	1165	727.1	149.2	302	1293	.049	3.08	.825	.50
M. Trabajo Viso T_1	10782	2597	6030	20511	11203	1948	3673	16207	4.35	-1.12	.039*	.18
M. Trabajo Viso T_2	8746	2288	5292	18875	8327	1450	5397	11522	8.55	1.33	.004	.22
Comp-Simbólica T_1	46.23	8.80	25	56	51.62	5.96	17	56	25.31	-4.38	<.001**	.72
Comp-Simbólica T_2	49.22	7.16	31	56	54.06	4.34	29	56	37.06	-4.97	<.001**	.82
CompNoSimbólicaT_1	46.02	7.60	23	56	51.10	5.17	23	56	17.51	-4.76	<.001**	.78
CompNoSimbólicaT_2	49.59	6.61	21	56	54.20	4.42	26	56	22.17	-4.99	<.001**	.82
Estimación T_1	7.17	2.20	2	10	8.56	1.47	5	10	19.09	-4.56	<.001**	.74
Estimación T_2	8.90	1.19	5	10	9.44	.922	6	10	6.23	-3.08	.014*	.51
Conteo T_1	4212	1603	1575	9319	3388	1146	1358	7211	9.39	3.61	.003	.59
Conteo T_2	3943	1450	1430	8868	3075	1061	1310	7264	6.26	4.18	.013*	.68
Ans. Matemática T_1	43.6	10.9	18	71	33.6	10.2	16	54	.087	5.90	<.001**	.95
Ans. Matemática T_2	56.2	15.0	22	79	42.6	12.7	20	76	8.02	6.09	<.001**	.98
Pens. Matemático T_1	5.41	.963	3	7	6.54	.734	3	7	4.14	-8.22	<.001**	1.32
Pens. Matemático T_2	11.1	2.53	6	15	13.8	1.45	7	15	42.1	-8.27	<.001**	1.31

*p <.05 **p <.001 Nota: M: media aritmética. DT: desviación típica; *d*: d de Cohen.

5.3. Prueba t para Muestras relacionadas- T_1 y T_2

Con el interés de analizar el cambio longitudinal de los niños en la memoria de trabajo, la ansiedad matemática, la comparación simbólica y el pensamiento matemático de primero a segundo básico, se aplicó una prueba t de Student para muestras relacionadas, a pesar de que las variables no siguieron una distribución normal. Esto se justifica por la robustez de la prueba frente al incumplimiento del supuesto de normalidad en lo que respeta al error tipo I, especialmente cuando el tamaño de la muestra no es pequeño (Rasch & Guiard, 2004; Wiedermann & Von Eye, 2015). De manera adicional, los resultados obtenidos con el estadístico no paramétrico de Wilcoxon fueron consistentes con los hallazgos. Tal como se observa en la tabla 3, se constata que existen diferencias estadísticamente significativas en las variables cognitivas, lo que indica que a medida que los niños transitaron de primero a segundo grado, mejoraron su rendimiento. Sin embargo, los niños aumentaron los niveles de ansiedad matemática al cursar segundo básico.

Tabla 3. *Estadísticos Descriptivos y Prueba t para Muestras relacionadas*

Variables	Primero Básico T_1				Segundo Básico T_2				Comparación de medias		
	M	DT	Min	Max	M	DT	Min	Max	*t*	*p*	*d*
Memoria de Trabajo Verbal	13.2	3.14	6	20	16.0	2.24	9	21	-24.5	<.001	1.96
MT Visoespacial	10975	2322.9	3674	20511	8552.4	1952.6	5292	18875	20.29	<.001	1.63
Inteligencia Fluida	22.8	6.32	8	33	25.56	6.15	8	35	-14.0	<.001	1.13
Cambio Atencional	681	215.7	133.8	1680	595.2	159.5	275	1125	8.52	<.001	.69
Control Inh. Cognitivo	1150.2	194.5	818	1869	952.6	109	682	1424	17.70	<.001	1.43
C. Inh. Comportamental	828.8	167.8	494	1639	764.8	144.4	302	1293	13.38	<.001	1.08
Comp No Simbólica	48.4	7.04	23	56	51.7	6.14	21	56	-15.8	<.001	1.26
Comparación Simbólica	48.7	8.04	17	56	51.4	6.46	29	56	-14.9	<.001	1.19
Estimación Numérica	7.81	2.012	2	10	9.15	1.10	5	10	-11.5	<.001	.93
Conteo	3832	1465	1358	9319	3542	1353	1310	8868	6.29	<.001	.51
Ansiedad Matemática	39.1	11.8	16	71	50.1	15.5	20	79	-13.4	<.001	1.08
P. Matemático Formal	5.91	1.05	3	7	12.3	2.51	6	15	-44.8	<.001	3.60

p <.001 Nota: *M*: media aritmética. *DT*: desviación típica; *d*: d de Cohen.

Tabla 4. *Correlaciones de Pearson entre todas las variables medidas (Tiempo 1 y 2)*

Variables	MTV_1	MTV_2	$CSIM_1$	$CSIM_2$	AM_1	AM_2	PMF_1	PMF_2
MTV_1	1							
MTV_2	.911**	1						
$CSIM_1$	.768**	.676**	1					
$CSIM_2$	.763**	.672**	.973**	1				
AM_1	-.396**	-.402**	-.339**	-.388**	1			
AM_2	-.729**	-.685**	-.660**	-.698**	.759**	1		
PMF_1	.548**	.537**	.461**	.473**	-.351**	-.556**	1	
PMF_2	.556**	.561**	.522**	.535**	-.356**	-.580**	.809**	1

**p* <.05 ***p* <.001.

Variables: Memoria de trabajo Verbal (MTV), Comparación Simbólica (CSIM), Ansiedad Matemática (AM), Pensamiento matemático Formal (PMF).

5.4 Modelos de Mediación Moderada

Inicialmente, se realizó una correlación de Pearson, cuyos resultados se presentan en la tabla 4. En ella, se observa que la ansiedad matemática mostró una correlación negativa y significativa con todas las variables cognitivas medidas en los tiempos 1 y 2. Por otro lado, la memoria de trabajo, la comparación simbólica y el pensamiento matemático correlacionaron positiva y significativamente entre sí. Además, en la tabla 4 también se detallan las correlaciones de todas las variables en ambos puntos de tiempo, donde los coeficientes de relación fueron positivos y estadísticamente significativos

Dado que los análisis de mediación y moderación se basan en la regresión lineal, se siguió el procedimiento planteado por Abu-Bader, y Jones, (2021) para el análisis de los supuestos. En primer lugar, para comprobar el supuesto de normalidad se analizó la simetría y la curtosis para cada variable, y se encontró que no exceden el rango ± 1,5, lo cual es aceptable en la literatura (George & Mallery, 2003). En la memoria de trabajo T_1 (asimetría: -.56; curtosis:-.47) y T_2 (asimetría: -.51; curtosis:-.32), la ansiedad matemática T_1 (asimetría: .03; curtosis:-.50) y T_2 (asimetría: .30; curtosis:-.95), la comparación simbólica T_1 (asimetría: -.1.5; curtosis:-1.5) y el pensamiento matemático formal T_1(asimetría: -.1.2; curtosis:1.2) y T_2 (asimetría: -.91; curtosis:-.34). En algunas variables, la distribución presenta una ligera leptocurtosis, con valores inferiores a los reportados en Schwarzer, (1997) y más próximos a los resultados observados en otros estudios

(Brenlla et al., 2010; Mamani-Benito et al., 2020).

En segundo lugar, los diagnósticos de colinealidad considerando la variable predictora y la dependiente en los modelos realizados en primero y segundo básico (memoria de trabajo y pensamiento matemático formal es igual a 1), lo que indica que no existe una multicolinealidad que afecten las estimaciones. Además, se analizó la independencia de los residuos con el estadístico D de Durbin-Watson. Para el modelo realizado en el tiempo 1, el valor obtenido fue $DW= 1.528$, mientras que para el modelo del tiempo 2, fue $DW=1.569$. Ambos resultados confirman la ausencia de autocorrelación positiva y negativa. Por último, se verificó el cumplimiento de la normalidad de los residuos no estandarizados para el modelo del tiempo 1 ($KS=.120$ $p=.001$) y 2 ($KS=.072$; $p=.05$), y se encontró que los errores no tienen una distribución normal.

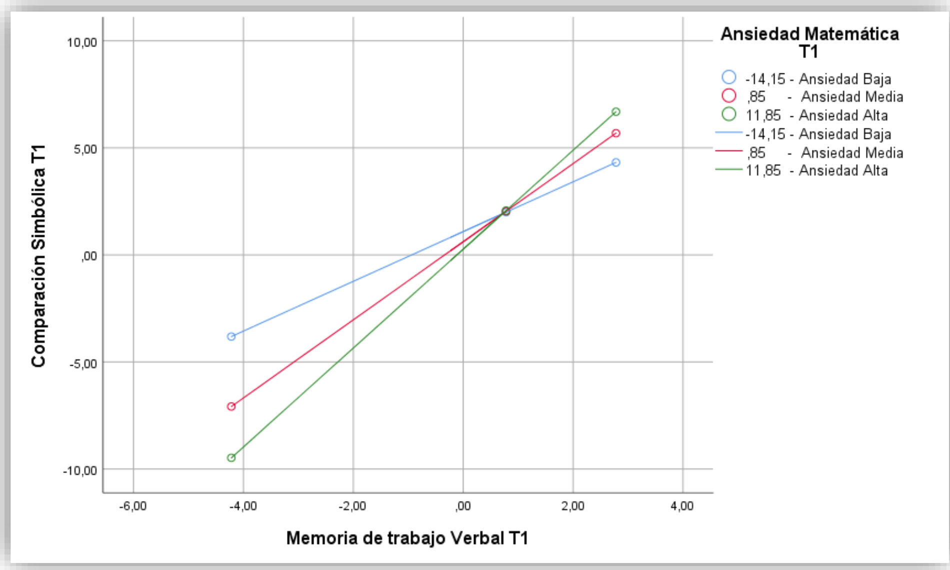
Modelo Tiempo 1 (T_1)

El modelo de mediación moderada realizado para el tiempo 1 fue estadísticamente significativo $F(3,151)=84.32$, $p<.001$, con un $R^2 = .6262$. Se encontró un efecto positivo de la memoria de trabajo verbal sobre la comparación simbólica ($b=1.79$, $p<.001$, *IC* 95% [1.502 2.070]), mientras que un efecto negativo de la ansiedad matemática sobre la comparación simbólica ($b=-.032$, $p=.395$, *IC* 95% [-.1048 .0416]). La interacción entre la memoria de trabajo y la ansiedad matemática fue significativa ($b=.044$, $p<.001$, *IC* 95% [.0209 .0674]), indicando que la relación entre la memoria de trabajo verbal y la comparación simbólica depende del nivel de ansiedad matemática.

Mediante la técnica pick-a-point se puede identificar que la variable moderadora tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la comparación simbólica, en los estudiantes que tienen niveles bajos de ansiedad matemática ($b=1.16$; $p<.001$, *IC* 95% [.6749 1.6486]), y en aquellos niños con niveles medios ($b=1.82$; $p<.001$, IC 95% [1.5444 2.1034) y altos ($b=2.30$; $p<.001$, *IC* 95% [1.9691 2.6498), lo cual se confirma a través de los intervalos de confianza que no contienen el valor cero (ver figura 1). Asimismo, la técnica Johnson-Neyman indica que desde los niveles bajo el promedio cuyo valor es (-23.15) la ansiedad matemática actúa como moderador ($b=.7645$; $p=.0256$, *IC* 95% [.0946 1.4344), sobre la comparación simbólica.

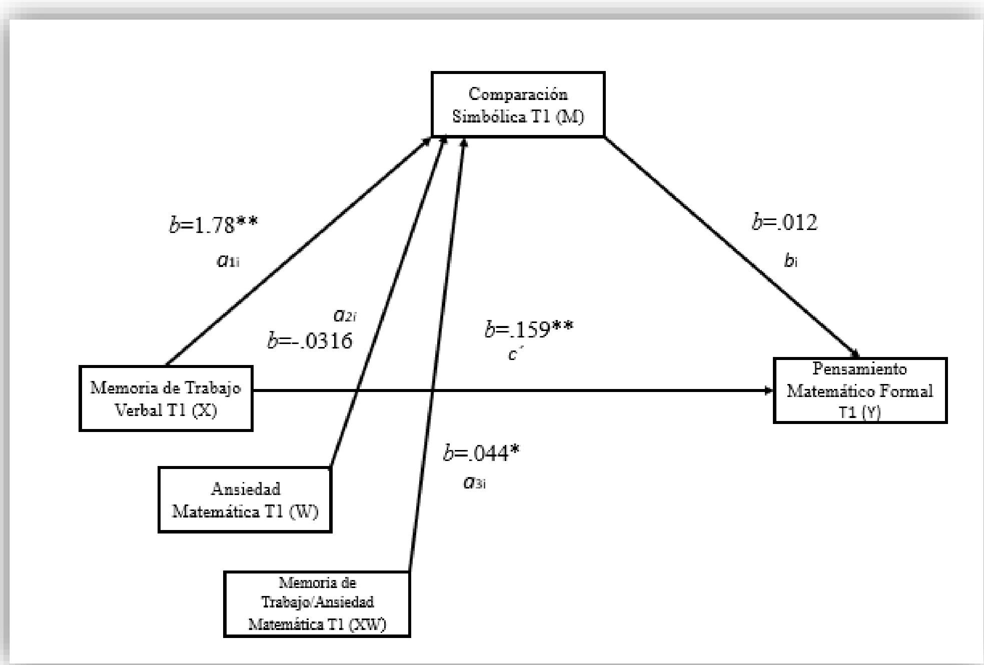
El modelo de mediación moderada donde la variable de resultado es el pensamiento matemático formal fue estadísticamente significativo $F(2,152)=33.28$, $p< .001$, con un $R^2 = .3046$. Así, los datos confirman parcialmente que se encontró una relación directa y estadísticamente significativa, entre la memoria de trabajo y el pensamiento matemático formal ($b=.159$; $p<.001$, *IC* 95% [.0892 .2292]). No obstante, la comparación simbólica no tuvo un impacto significativo en el pensamiento matemático formal en niños de primero básico ($b=.0126$; $p=0.36$, *IC* 95% [-.0147 .0399]).

Figura 1. *Efecto de Moderación de la Ansiedad Matemática T_1 sobre la comparación simbólica.*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2. Esquema estadístico de la Mediación Moderada-Tiempo 1.



Fuente: Elaboración Propia. Coeficientes de regresión no estandarizados
p<.01*, *p*<.001 **

Finalmente, el análisis bootstrap mostró que la memoria de trabajo no tuvo un efecto indirecto sobre el pensamiento matemático formal a través de la comparación simbólica independientemente del nivel de ansiedad. Los resultados para los diferentes niveles de ansiedad fueron los siguientes: bajo (*b*=.014; *IC* 95% [-.0224 .0554]), medio (*b*=.023; *IC* 95% [-.0358 .0792]) y alto (*b*=.029; *IC* 95% [-.0453 .1000]). Además, el índice de mediación moderada fue de .000 (*IC* 95% [-.0009 - .0021]), lo que confirma la ausencia de un efecto indirecto condicional.

Tabla 5. *Análisis de Mediación Moderada-T_1*

		Modelo de la Variable Mediadora (Comparación simbólica)			
Variable predictora	Coeficiente no estandarizado	Error estándar	T	Intervalo de confianza del 95%	
Memoria de Trabajo verbal (MTV)	1.79	.1437	12.42	1.5024	2.0704
Ansiedad Matemática (AM)	-.032	.0371	-.8528	-.1048	.0416
Interacción MTV*AM	.044	.0118	3.7559	.0209	.0674
	Coeficiente no estandarizado	Variable dependiente (Pensamiento Matemático)			
Variable predictora		Error estándar	T	Intervalo de confianza del 95%	
Memoria de Trabajo Verbal (MTV)	.159	.0354	4.4928	.0892	.2292
Comparación Simbólica (ComS)	.013	.0138	.9111	-.0147	.0399
		Efectos Indirectos Condicionales			
Moderador	Efecto	Puntuación	Boot EE	Boot IC del 95%	
Ansiedad Matemática Baja	.015	-14.15	.0196	-.0224	.0554
Ansiedad Matemática Media	.023	.8500	.0293	-.0358	.0792
Ansiedad Matemática Alta	.029	11.85	.0369	-.0453	.1000

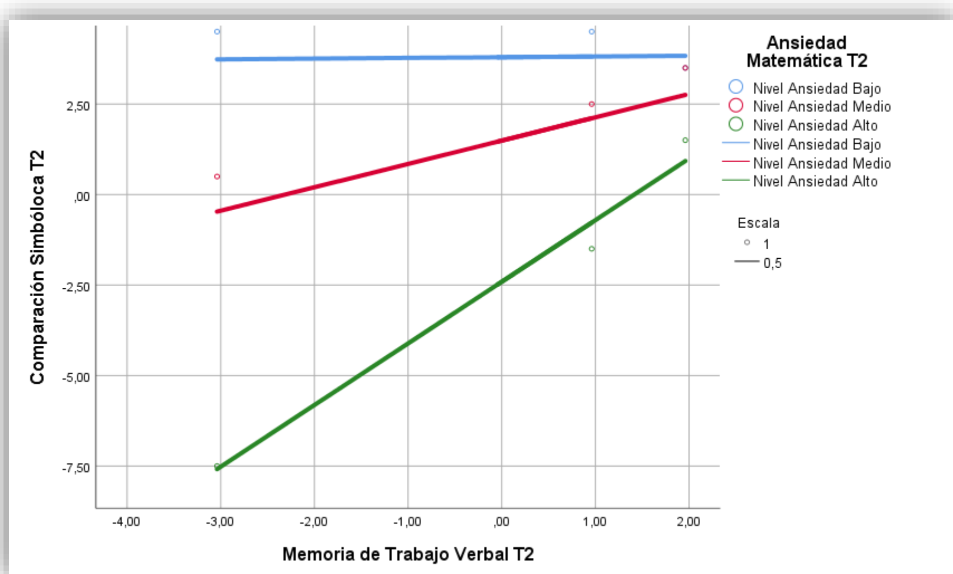
Elaboración Propia. * Basado en 10000 muestras de Bootstrap

Modelo Tiempo 2 (T_2)

El modelo de mediación moderada realizado para el tiempo 2 resultó ser estadísticamente significativo, con un valor $F(4,150) = 59.68$, $p < .001$, y un $R^2 = .6141$. Se observó un efecto positivo de la memoria de trabajo verbal sobre la comparación simbólica (*b*=.746, *p*<.001, *IC* 95% [.3222 1.1690]), mientras que la ansiedad matemática mostró un efecto negativo y significativo en la comparación simbólica (*b*=-.177, *p*<.001, *IC* 95% [.3222 1.1690]). Esto sugiere que un aumento unitario de la ansiedad, disminuye .17 puntos la capacidad para comparar cantidades. El efecto de interacción entre la memoria de trabajo y la ansiedad matemática fue significativa (*b*=-.048, *p*<.001, *IC* 95% [.0263 .0699]). Esto indica la presencia de un efecto de moderación simple, lo que implica que la ansiedad interfiere en el efecto que tiene la memoria de trabajo sobre la habilidad que presentan los niños de segundo año básico en la comparación simbólica. Otro aspecto a destacar, es que en este modelo se incluyó el sexo como covariable y se encontró que no influyó significativamente en el efecto de la memoria de trabajo y la ansiedad matemática al explicar la comparación simbólica como variable de resultado (*b*=.932, *p*=.173, *IC* 95% [-.4138 2.2768]).

Por otra parte, la técnica pick-a-point proporcionó tres coeficientes no estandarizados que indican que la ansiedad tiene un efecto moderador en la comparación simbólica, en los niños que experimentan niveles medios (*b*=.019, *p*=.950, IC 95% [.2033 1.0859]), y altos de ansiedad matemática (*b*=.645; *p*<.001; IC 95% [1.2118, 2.1918]). Sin embargo, no se observó un efecto en los niños con bajos niveles de ansiedad (*b*=.019; *p*=.95; | (ver figura 3). Mediante la técnica Johnson-Neyman, se calculó el valor de la ansiedad matemática a partir del cual comienza a ser estadísticamente significativa la relación entre la memoria de trabajo sobre la comparación simbólica. Este valor fue de -5.54 (*b*=-5.54; *p*=.05; *IC* 95% [0000, .9576]), lo que corresponde a niveles medios de ansiedad.

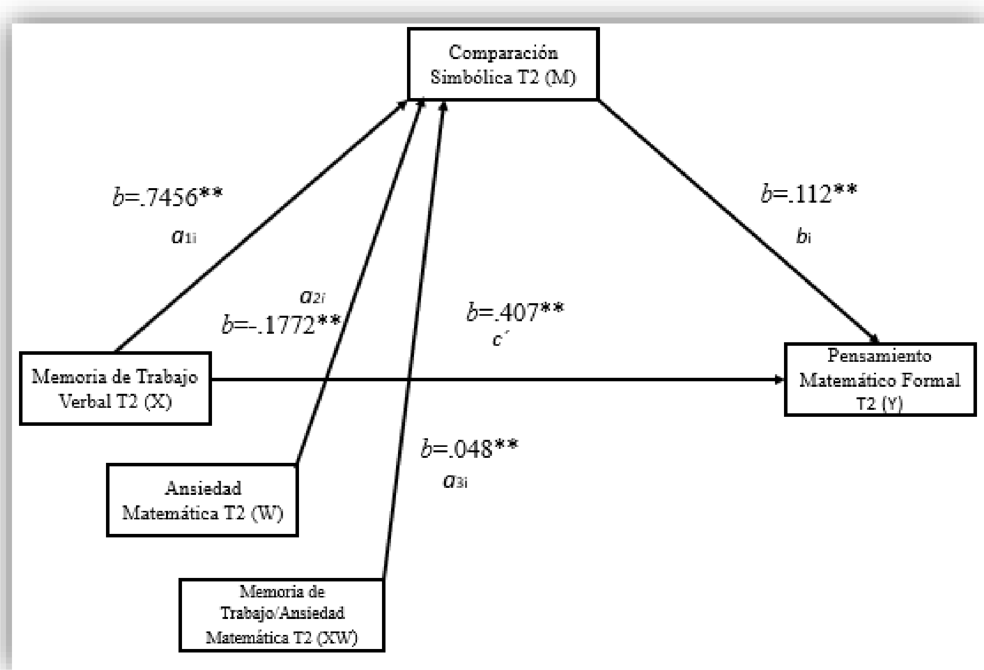
Figura 3. *Efecto de Moderación de la Ansiedad Matemática T_2*



Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, se encontró un efecto directo y significativo de la memoria de trabajo verbal sobre el pensamiento matemático formal en niños de segundo año básico (*b* =.408; *p*<.001; *IC* 95% [.2096 .6055]). Además, la comparación simbólica también mostró una influencia significativa en el pensamiento matemático formal (*b* =.112; *p*<.001; *IC* 95% [.0013 .0447]) (ver figura 4). Otro aspecto a destacar, es que la covariable sexo no tuvo un efecto en el desempeño en la memoria de trabajo, la comparación simbólica y el pensamiento matemático (*b* =.085; *p*=.800; *IC* 95% [-.7448 .5757]), por tanto, el efecto de dichas variables se mantiene cuando se controla el género de los participantes

Figura 4. *Esquema estadístico de la Mediación Moderada-T_2.*



Fuente: Elaboración Propia. Coeficientes de regresión no estandarizados
p<.01*, *p*<.001 **

Ahora bien, el índice de mediación moderada (.005) fue estadísticamente significativo (boot *SE*=.003, 95% *IC* [.0013 .0121]). Este índice brinda información sobre la relación existente entre el efecto de mediación o indirecto de la comparación simbólica y el efecto de moderación de la ansiedad matemática. Como el intervalo de confianza no incluye el valor 0, se concluye que el efecto indirecto si está moderado por la ansiedad matemática. Por último, se analizaron los efectos indirectos condicionales para conocer hasta qué punto la memoria de trabajo verbal influye en la comparación simbólica y ello, a su vez, en el pensamiento matemático formal, teniendo en cuenta los diferentes niveles de la ansiedad matemática (baja, media y alta). Los resultados que se muestran en la tabla 6, indican que únicamente en niveles de ansiedad media y alta (puntuaciones de -2.10 y 10.90).

Tabla 6. *Análisis de Mediación Moderada-T_2*

Variable predictora	Coeficiente no estandarizado	Modelo de la Variable Mediadora (Comparación simbólica)			
		Error estándar	t	Intervalo de confianza del 95%	
Memoria de Trabajo verbal (MTV)	.746	.2143	3.47	.3222	1.1690
Ansiedad Matemática (AM)	-.178	.0297	-5.96	-.2359	-.1186
Interacción MTV*AM	.048	.0110	4.35	.0263	.0699
Sexo	.932	.6809	1.37	-.4138	2.2768
		Variable dependiente (Pensamiento Matemático)			
Variable predictora	Coeficiente no estandarizado	Error estándar	t	Intervalo de confianza del 95%	
Memoria de Trabajo Verbal (MTV)	.408	.1002	4.06	.2096	.6055
Comparación Simbólica (ComS)	.112	.0342	3.28	.0447	.1797
		Efectos Indirectos Condicionales			
Moderador	Efecto	Puntuación	Boot EE	Boot IC del 95%	
Ansiedad Matemática Baja	.002	-15.10	.0394	-.0747	.0891
Ansiedad Matemática Media	.072	-2.10	.0422	.0115	.1737
Ansiedad Matemática Alta	.191	19.90	.0900	.0523	.4017

Elaboración Propia.

* Basado en 10000 muestras de Bootstrap

5.4. Modelos de Mediación Serial Múltiple

En la tabla 7, se reportaron los coeficientes de correlación de Pearson y la dependencia administrativa (codificada como variable dummy 0,1), correlacionó positiva y significativamente con la memoria de trabajo verbal T_1 (*r* (154) =.402, *p*<.001), y T_2 (*r* (154) = .360, *p*<.001), y el pensamiento matemático T_1 (*r* (154) =.547, *p*<.001) y T_2 (*r* (154) = .542, *p*<.001). También se identificó una relación negativa y significativa entre la dependencia administrativa y la ansiedad matemática T_1 (*r* (154) =-.432, *p*<.001) y T_2 (*r* (154) = -.438, *p*<.001). Por último, se puede observar que todas las variables medidas en ambas líneas de tiempo correlacionan positivamente entre sí.

Tabla 7. *Correlaciones de Pearson entre todas las variables medidas (Tiempo 1 y 2)*

	MTV_1	MTV_2	Ans Mt_1	Ans Mt_2	P. $Mat._1$	P. $Mat._2$	Dep.Adm.
MTV_1	1						
MTV_2	.911**	1					
Ans Mt_1	-.404**	-.413**	1				
Ans Mt_2	-.731**	-.688**	.760**	1			
P. $Mat._1$	.567**	.559**	-.328**	-.560**	1		
P. $Mat._2$	.565**	.571**	-.342**	-.579**	.806**	1	
Dep.Adm.	.402**	.360**	-.432**	-.438**	.547**	.542**	1

*p <.05 **p <.001.

En este apartado no se verificó el cumplimiento del supuesto de normalidad de las variables, ya que dicho análisis fue realizado en los modelos de mediación moderada. Por tanto, se procedió a analizar la independencia de los residuos, llevando a cabo tres regresiones lineales simples por cada modelo (Tiempo 1 y 2). Se introdujo la dependencia administrativa, la ansiedad matemática y la memoria de trabajo verbal como variables independientes, y el pensamiento matemático como variale de resultado, así el estadístico D de Durbin-Watson para el tiempo 1 fue 2.08, 1.57, y 1.66, respectivamente. Para el tiempo 2 los valores fueron 2.24, 1.65 y 1.60. Por otro lado, se verificó el supuesto de no colinealidad entre las variables medidas en el tiempo 1 y 2, siendo mayor a 0.10 en todos los casos, y el factor de inflación de la varianza (FIV) los valores fueron cercanos a 1. Por otro lado, no se cumplió el supuesto de normalidad de los residuos no estandarizados en la mayoría de las regresiones lineales simples, para el tiempo 1 y 2.

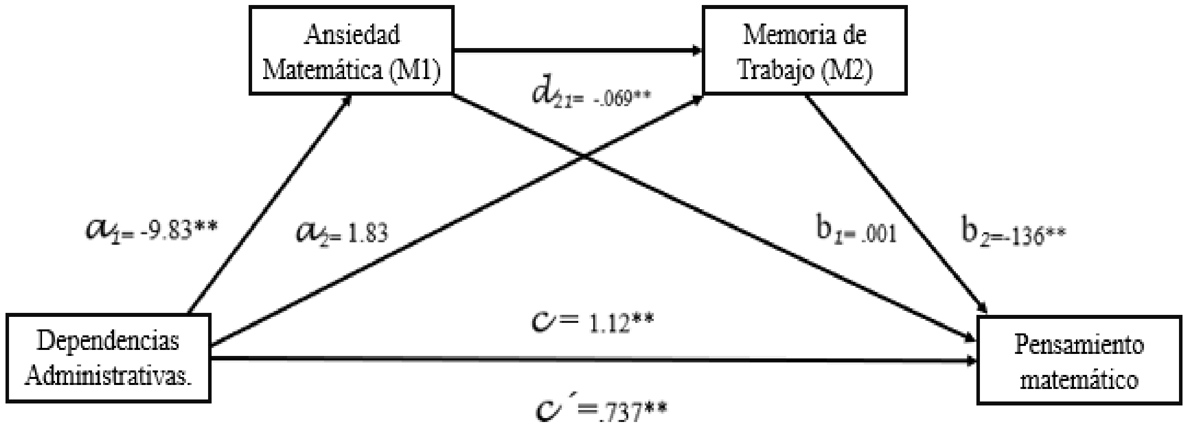
Modelo Tiempo 1 (T_1)

En la Figura 5, se pueden observar los resultados de la primera ruta de medición serial revelaron que el modelo fue estadísticamente significativo ($F(2,151)=15.21$, $p<.001$), con un $R^2 = .2785$. Tal como se muestra en la tabla 14, la dependencia administrativa tuvo un efecto negativo sobre la ansiedad matemática (M_1) ($b= -9.83$, $p< .001$, *IC* 95% [-13.0098, -6,6411]), lo que sugiere que, un aumento del NSE, en este caso, pertenecer a un colegio particular pagado, disminuye la ansiedad matemática. Adicionalmente, se encontró que el género influyó significativamente en la ansiedad matemática, y de acuerdo con los resultados de la t de student para muestras independientes, son las niñas las que experimentan altos niveles de ansiedad.

La segunda ruta de mediación explicó el 23.32% de la varianza, y el modelo fue estadísticamente significativo ($F(3,150)=7.75$, $p<.001$). La dependencia administrativa se asoció significativamente con la memoria de trabajo verbal, la cual actuó como segunda variable mediadora ($b=1.83$, $p<.001$, *IC* 95% [.8342 2.8204]). Además, la ansiedad matemática tuvo un efecto negativo y significativo con la memoria de trabajo ($b=-.069$ $p < .001$, *IC* 95% [-.1115 - 0264]). Los resultados indican que un aumento unitario en la ansiedad matemática reduce en 0.06 puntos la capacidad para manipular temporalmente la información verbal. Por otro lado, el género de los participantes no tuvo un efecto significativo en el desempeño de la memoria de trabajo ($b=-.5351$, $p=.265$, *IC* 95% [-1.4809, .4107]) (ver figura 5).

Los resultados de la tercera vía de mediación que incluye la variable dependiente en conjunto con todos los mediadores seriales, fue estadísticamente significativo ($F(4,149)=29.64$, $p<.001$), el cual explicó el 44.31% de la varianza total. En esta ruta, tanto la dependencia administrativa ($b=.787$, $p<.001$, *IC* 95% [.4974, 1.0769]), como la memoria de trabajo verbal, tuvieron un efecto positivo con el pensamiento matemático formal ($b=.136$ $p<.001$, *IC* 95% [.0907, .1810]). Mientras que, la ansiedad matemática no tuvo un efecto significativo sobre la variable dependiente ($b=.001$, $p=.933$, *IC* 95% [-.0124 .0135]). Por último, el género no influyó en las habilidades numéricas, por tanto, niños y niñas tienen un desempeño similar (ver tabla 8).

Figura 5. *Esquema Estadístico de la Mediación Serial Múltiple-T_1*



Nota: Los efectos se informaron como valores no estandarizados.

**<.001

Tabla 8. *Efectos Directos Modelos de Mediación Serial T_1 y T_2*

	Modelo Mediación Serial T_1					Modelo Mediación Serial T_2				
Rutas	B	SE	t	95%	IC	b	SE	T	95	%IC
a_1	-9.83	1.61	1.61	-13.0098	6.6411	-13.34	2.18	-6.11	-17.6549	-9.6241
a_2	1.83	.503	3.64	.8342	2.8204	.336	.296	1.14	-.2475	.9202
b_1	.001	.007	.084	-.0124	.0135	-.037	.014	-2.67	-.0644	-.0096
b_2	.136	.023	5.95	.0907	.1810	.324	.091	3.57	.1449	.5034
d_{21}	-.069	.022	-2.99	-.1129	-.0131	-.094	.009	-9.49	-.1130	-.0741
C	1.12	.139	8.01	.8444	1.3971	2.68	.338	7.93	2.0136	3.3488
c'	.787	.147	5.37	.4974	1.08	1.67	.329	5.08	1.0228	2.3858

Nota: IC= Intervalo de Confianza

**<.001

Por otra parte, tanto el efecto directo de la dependencia administrativa sobre la variable de resultado (*β*=.787, *p*<.001, *IC* 95% [.4974, 1.0769]), como el efecto total del modelo, fueron estadísticamente significativos (*β*=1.12, *p*<.001, *IC* del 95% = [.8444, 1.3971]), y se concluye que existe una mediación serial parcial. Esto sugiere que pertenecer a una escuela pública o privada, tiene un impacto en el desarrollo del pensamiento matemático desde el primer año de la educación formal. Además, el efecto indirecto total de la dependencia administrativa a través de la ansiedad matemática y la memoria de trabajo sobre el pensamiento matemático formal también fue significativo (*β*=33.36, *p*<.001, *IC* del 95% = [.1446, .5500]).

En particular, se encontraron dos rutas de mediación indirectas que cayeron fuera del rango de estimación de punto cero. (1) La ruta (a1, d21, b2) a través de ambos mediadores seriales (*β* =.248, *IC* del 95% = [.0929, .4427]); y (2) la ruta (a2,b2) que sólo incluye la memoria de trabajo como variable mediadora. Por último, la ruta mediada exclusivamente por la ansiedad matemática no fue estadísticamente significativa y el modelo final con todos los efectos indirectos identificados en este análisis se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. *Efectos Indirectos Modelos de Mediación Serial T_1 y T_2*

Efectos Indirectos	Modelo Mediación Serial T_1				Modelo Mediación Serial T_2			
	B	SE	BootLL	BootUL	B	SE	BootLL	BootUL
Efecto Indirecto Total X $\rightarrow$ Y	.334	.1041	.1446	.5500	1.00	.2365	.5693	1.4865
X $\rightarrow$ M_1 $\rightarrow$ Y	-.0054	.0614	-.1308	.1138	.4934	.1996	.1037	.8913
X $\rightarrow$ M_1 $\rightarrow$ M_2 $\rightarrow$ Y	.248	.0890	.0929	.4427*	.1090	.1104	-.0786	.3613
X $\rightarrow$ M_2 $\rightarrow$ Y	.0908	.0420	.0243	.1869*	.4044	.1510	.1478	.7318

Nota: Variables: Dependencia Administrativa (X), Ansiedad Matemática (M_1), Memoria de Trabajo Verbal (M_2), y pensamiento Matemático (Y).

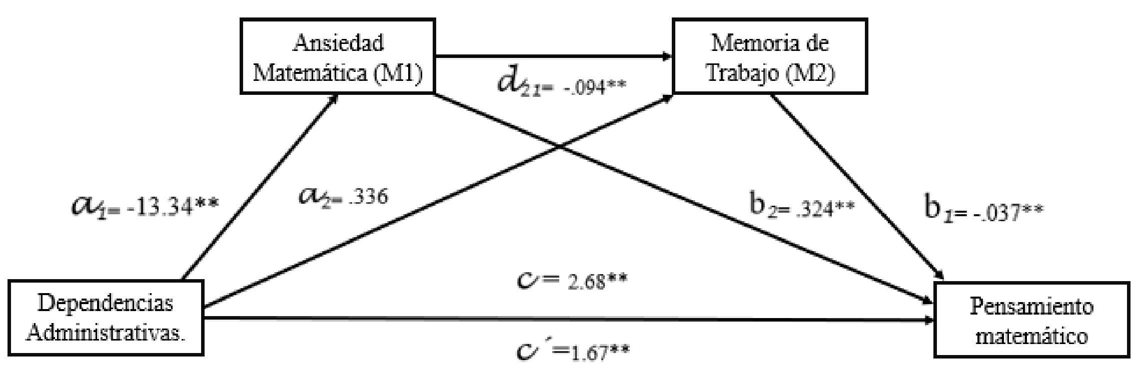
Modelo Tiempo 2 (T_2)

La primera ruta de mediación, fue estadísticamente significativa (*F*(2,151)=25.64, *p*< .001), la cual explicó el 25.35% de la varianza. La dependencia administrativa tuvo una asociación negativa con la ansiedad matemática (*b*=-13.34, *p*<.001, *IC* del 95% = [-17.6549, -9.0261]). De manera similar, al modelo realizado para primero básico, pertenecer a un colegio particular pagado, reduce 13.3 puntos en la ansiedad. También, se encontró que el género continuó influyendo significativamente en los niveles de ansiedad (*b*=7.72, *p*<.001, *IC* del 95% = [3.3980, 12.0364]), en este sentido, las niñas presentan niveles más elevados que los niños, lo que sugiere que dichas experiencias emocionales tienden a incrementarse conforme los estudiantes avanzan en su trayectoria escolar.

En la figura 6, se pueden observar los resultados de la segunda ruta de mediación, mostraron que el modelo explicó el 47.89% de la varianza y resultó estadísticamente significativo (F(3,150)=45.78, p<.001). En esta ruta la memoria de trabajo verbal operó como variable dependiente, y se encontró que la dependencia administrativa no se relacionó de manera significativa con dicho componente cognitivo (b=.336, p=.257, *IC* del 95% = [-.2475, .9202]), mientras que la ansiedad matemática mostró un efecto negativo y significativo (b=.094, p<.001, *IC* del 95% = [-.1130, -.0741]). Esto sugiere que, un aumento unitario de la ansiedad disminuye .09 puntos la capacidad para analizar, almacenar y manipular temporalmente la información verbal. Adicionalmente, el género no tuvo un efecto sobre las variables independientes y la memoria de trabajo (b=-.123, p<.001, *IC* del 95% = [-.6665, .4216]), y este último aspecto, es similar a lo encontrado en el modelo de mediación múltiple realizado para primero básico.

En la tercera ruta, la variable de resultado fue el pensamiento matemático formal y las demás operaron como variables independientes. Dicha ruta, fue estadísticamente significativa (F(4,149)=34.70, p<.001), y explicó el 48.23% de la varianza. Aquí, tanto la dependencia administrativa (b=1.67, p<.001, *IC* del 95% = [1.0228, 2.3258]), como la memoria de trabajo verbal tuvieron un efecto positivo sobre las habilidades numéricas (b=.324, p<.001, *IC* del 95% = [.1449, .5034]), mientras que, la ansiedad matemática mostró una asociación negativa y significativa (b=-.037, p<.001, *IC* del 95% = [-.0644, -.0096]). En esta ruta, el género de los participantes no tuvo un efecto en las variables independientes y el pensamiento matemático formal en niños de segundo básico (b=-.0156, p=959, *IC* del 95% = [-.6211, .5898]).

Figura 6. *Esquema Estadístico de la Mediación Serial Múltiple-T_2*



Nota: Los efectos se informaron como valores no estandarizados.

**<.001

En este análisis, el efecto directo de la dependencia administrativa sobre el pensamiento matemático formal fue estadísticamente significativo (*b*=1.67, *p*<.001, *IC* del 95% = [-.6211, 2.3258]). Asimismo, el efecto total del modelo también fue significativo (*b*=2.68, *p*<.001, *IC* del 95% = [1.0228, 3.3438]). Por lo tanto, existe un efecto de mediación parcial, siendo importante el poder explicativo de la dependencia administrativa o tipo de colegio en el aprendizaje matemático, aspecto que se mantiene un año después. Adicionalmente, el efecto indirecto total de la dependencia administrativa a través de la ansiedad y la memoria de trabajo sobre el pensamiento matemático formal fue significativo (*b*=1.01, *p*<.001, IC del 95% = [.5693, 1.4865]). En concreto, en la tabla 9 se muestran 2 rutas indirectas de mediación que fueron estadísticamente significativas. En la primera (a1 b1), sólo la ansiedad matemática actuó como mediador, y en la segunda ruta (a2 b2) donde la memoria de trabajo verbal se desempeñó como variable mediadora. En este caso, la ruta (a1, d21, b2) que incluye todos los mediadores seriales, el intervalo de confianza incluyó el valor o, lo que indica que no es estadísticamente significativa.

5.5. Modelos de Regresiones Lineales Múltiples

En la Tabla 10, se presentan las relaciones entre las variables evaluadas en el primer año de educación básica. Se observa una relación positiva y significativa en la mayoría de los predictores de dominio general y específico sobre el pensamiento matemático formal. Entre estos, destacan la memoria de trabajo verbal (r = .548, p<.001), la inteligencia fluida (r = .437, p<.001), la comparación simbólica (r = .461, p<.001), la comparación no simbólica (r = .430, p<.001), y la estimación numérica (r = .266, p<.001). También se evidencia una relación negativa y significativa entre el control inhibitorio cognitivo (r = −.236, p <.001), el control inhibitorio comportamental (r = −.167, p<.05), así como la puntuación directa de la ansiedad matemática con el pensamiento matemático formal (r = −.351, p<.001). Por último, se encontró una relación positiva entre la memoria de trabajo visoespacial (r = .334, p >.05), el cambio atencional (r = .064, p>.05), y el conteo (r = .429, p<.001), sobre el pensamiento matemático formal, pero no resultó ser estadísticamente significativo.

Tabla 10. *Correlaciones entre variables medidas en primer año escolar (T_1)*

	MTV	MTVS	INHCG	INHCM	CA	I- Fluida	CompNS	CompS	Conteo	Estimación	Ansiedad	P.Mat
MTV	1											
MTVS	.163*	1										
IHCOG	-280**	-.079	1									
IHCM	-.184*	-089	.383**	1								
CA	-.202*	.102	.301**	.347**	1							
I.fluida	.284**	-182*	-.299**	-.204*	-.326**	1						
CompNS	.768**	.125	-.276**	-.212**	-.262**	343**	1					
CompS	.730**	.135	.245**	-.175*	-.149	.198*	.806**	1				
Estimación	-.337**	-.216**	254**	.188*	.063	-.143	-.252**	-.236**	1			
Conteo	.166*	.130	-.099	-.099	-.236**	.332**	.099	.062	.151	1		
Ansiedad	-.396**	-.328**	.280**	.212**	.256**	-.328**	-.339**	-306**	.131	-.236**	1	
P.Mat	.548	.334**	-.236**	-.167*	-.064	.437**	.461**	-.430**	-.429**	.266**	-.351	1

*p <.05 **p <.001.

En la Tabla 11 se evidencian las relaciones estadísticamente significativas entre las variables medidas al final de segundo año escolar. Estas incluyen la memoria de trabajo verbal (*r*(152)=.561; *p* <.001), la inteligencia fluida (*r*(152)=.531; *p*<.001), la comparación simbólica (*r*(152)=.535; *p*<.001) y no simbólica (*r*(152)=.481; *p*<.001), así como la estimación numérica (*r*(152)=.326; *p*<.001), con el pensamiento matemático formal. Además, se observaron correlaciones negativas y significativas ya, que la medida de eficiencia muestra una relación inversa (a mayor puntaje, peor desempeño), donde se destaca el control inhibitorio cognitivo (*r*(1532=.-356; *p*<.001), el control inhibitorio comportamental (*r*(152)=-.257; *p*<.001) y el conteo (*r*(152)= -.472; *p*<.001). Con respecto a la ansiedad matemática (*r*(152)= -.580; *p*<.001), que es una variable afectiva, se observa que a medida que aumenta la puntuación en ansiedad, disminuye el desempeño en el pensamiento matemático formal. También se identificaron correlaciones negativas pero no significativas entre la memoria de trabajo visoespacial (*r*(152)= -.096; *p*>.05) y el cambio atencional (*r*(152)= -.129; *p*>.05) con el pensamiento matemático formal.

Tabla 11. *Correlaciones entre variables medidas en segundo año escolar (T_2)*

	MTV	MTVS	INHCG	INHCM	CA	I- Fluida	CompS	CompNS	Conteo	Estimación	Ansiedad	P.Mat
MTV	1											
MTVS	.104*	1										
IHCOG	-.337**	-.090	1									
IHCM	-.200*	-033	.355**	1								
CA	-.222*	.000	.181*	.257**	1							
I.fluida	.313**	.037	-.332**	-.197*	-.226**	1						
CompNS	.672**	.044	-.330**	-.227**	-.301**	.413**	1					
CompS	.662**	.053	.245**	-.185*	-.154	.281**	.855**	1				
Conteo	-.361**	-.087	.385**	.259*	.184*	-.269**	-.333**	-.271**	1			
Estimación	.090	.014	-.080	-.069	.194*	.412**	.143	.088	.088	1		
Ansiedad	-.685**	-.054	.402**	.358**	.286**	-.480**	-.698**	-644**	.425**	-.217**	1	
P.Mat	.561**	.096	-.356**	-.257*	-.129	.531**	.535**	-.481**	-.472**	.326**	-.580**	1

**p* <.05 ***p* <.001.

Se elaboraron dos modelos de regresión múltiple con selección por pasos sucesivos, utilizando como variable dependiente el pensamiento matemático formal (T_1 y T_2), mientras que los predictores de dominio general y específicos medidos al final de primero y segundo año de educación básica, fueron incorporados como variables independientes. En la tabla 12, se presentan los resultados del modelo desarrollado para primero básico el cual resultó ser estadísticamente significativo (F (5,153) = 29,19, p< .001), y explicó un 48.6% de la variabilidad del pensamiento matemático formal. Por otra parte, el estadístico D de Durbin–Watson tuvo un valor de D = 1.695, lo que sugiere una independencia de los residuos.

Tabla 12. *Modelos de Regresión Lineal Múltiple con Selección por Pasos Sucesivos-T_2*

					Estadísticos de cambio					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error Típ. de la estimación	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl_1	gl_2	Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
1	.567[a]	.322	.317	.851	.322	72.162	1	152	<.001	
2	.630[b]	.397	.389	.805	.075	18.810	1	151	<.001	
3	.674[c]	.455	.444	.768	.058	15.883	1	150	<.001	
4	.694[d]	.482	.468	.751	.027	7.891	1	149	.006	
5	.709[e]	.503	.486	.738	.021	6.193	1	148	.014	1.695

a Variables predictoras: (Constante). Memoria de Trabajo Verbal
b Variables predictoras: (Constante). Memoria de Trabajo Verbal, Inteligencia Fluida
c Variables predictoras: (Constante). Memoria de Trabajo Verbal, Inteligencia Fluida, Conteo.
d Variables predictoras: (Constante). Memoria de Trabajo Verbal, Inteligencia Fluida, Conteo, Memoria de Trabajo Visoespacial.
e Variables predictoras: (Constante). Memoria de Trabajo Verbal, Inteligencia Fluida, Conteo, Memoria de Trabajo Visoespacial, Cambio Atencional
f Variable dependiente: Pensamiento Matemático Formal.

En la tabla 13, se puede observar que el predictor que tuvo mayor poder explicativo fue la memoria de trabajo verbal (β= .409; p <.001), seguido de la inteligencia fluida (β= .296; p <.001), el conteo (β= -.222; p <.001), la memoria de trabajo visoespacial (β= .177; p <.05), y el cambio atencional (β=.154; p <.05). Adicionalmente, se analizaron los residuos no estandarizados y se encontró que los errores siguen una distribución normal (KS=.70; p=.06). Respecto a los factores de inflación de la varianza (FIV), los valores son cercanos a 1, y los valores de la tolerancia superan el umbral de 0.2, oscilando alrededor de 0.9, concluyendo la ausencia de un efecto de multicolinealidad.

Tabla 13. *Coeficientes del Modelo-T_1*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
	B	Error Tip	Beta	T	Sig.	Tolerancia	VIF
(Constante)	2.295	.576		3.985	<.001		
Memoria Trabajo verbal	.134	.021	.409	6.360	<.001	.811	1.233
Inteligencia Fluida	.048	.010	.296	4.653	<.001	.830	1.205
Conteo	.000	.000	-.222	-3.546	<.001	.859	1.165
MT Visoespacial	7.855	.000	.177	2.945	.004	.927	1.078
Cambio Atencional	.001	.000	.154	2.489	.014	.880	1.136

El segundo modelo de regresión lineal también fue estadísticamente significativo (F (4,153) = 41.82, p< .001), y logró explicar el 51,6% de la varianza total (ver tabla 14). Para verificar la validez del modelo, se analizó la independencia de los residuos. El estadístico D de Durbin-Watson arrojó un valor de D= 1.659, lo que confirma la ausencia de autocorrelación, tanto positiva (valores cercanos a 0) como negativa (valores próximos a 4). Adicionalmente, se evaluó la distribución normal de los residuos (KS=.048, p=2.00), y no se encontró evidencia para rechazar el supuesto.

Tabla 14. *Modelos de Regresión Lineal Múltiple con Selección por Pasos Sucesivos-T_2*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error Típ. de la estimación	Estadísticos de cambio: Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl_1	gl_2	Sig. Cambio en F	Durbin-Watson
1	.571[a]	.326	.322	2.052	.326	73.672	1	152	<.001	
2	.675[b]	.455	.448	1.852	.129	35.692	1	151	<.001	
3	.711[c]	.505	.495	1.771	.050	15.143	1	150	<.001	
4	.727[d]	.529	.516	1.734	.024	7.501	1	149	.007	1.659

a Variables predictoras: (Constante). Memoria de Trabajo Verbal
b Variables predictoras: (Constante). Memoria de Trabajo Verbal, Inteligencia Fluida
c Variables predictoras: (Constante). Memoria de Trabajo Verbal, Inteligencia Fluida, Conteo.
d Variables predictoras: (Constante). Memoria de Trabajo Verbal, Inteligencia Fluida, Conteo, Estimación Numérica.
e Variable dependiente: Pensamiento Matemático Formal.

En la tabla 15, se presentan los coeficientes estandarizados de las variables que presentan mayor peso relativo que fueron: la memoria de trabajo verbal (β= .383; *p*<.001), la inteligencia fluida (β= .264; *p*<.001), el conteo (β=-.245; *p*<.001), y la estimación numérica (β=.170; *p*<.05). Por otra parte, se verifica el supuesto de no colinealidad entre las variables, y como puede observarse en la columna de la tolerancia, esta es superior a 0.2, en todos los casos. Respecto a los factores de inflación de la varianza (FIV) los valores son <10 en las variables analizadas.

Tabla 15. *Coeficientes del Modelo -T_2*

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			Estadísticas de colinealidad	
Modelo	B	Error Tip	Beta	T	Sig.	Tolerancia	VIF
(Constante)	.818	1.712		.478	<.001		
Memoria Trabajo verbal	.426	.069	.383	6.135	<.001	.811	1.232
Inteligencia Fluida	.107	.027	.264	3.984	<.001	.722	1.384
Conteo	.000	.000	-.245	-3.993	<.001	.843	1.186
MT Visoespacial	.385	.141	.170	2.739	.007	.818	1.222

Variable dependiente: Pensamiento matemático formal

CAPITULO 6. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar un modelo explicativo de carácter longitudinal respecto del rol de los predictores de dominio general (memoria de trabajo verbal y visoespacial, control inhibitorio cognitivo, cambio atencional e inteligencia fluida), de dominio específico (como la comparación simbólica y no simbólica, el conteo y estimación numérica), y la ansiedad como una variable del dominio afectivo respecto del desarrollo del pensamiento matemático formal en alumnado de primer a segundo año básico, sus posibles efectos directos o mediadores, y si estos se modifican al controlar, género y dependencia administrativa de los participantes. En este apartado se presentan los resultados obtenidos en relación con cada una de las hipótesis planteadas. Asimismo, se discuten las limitaciones identificadas durante el desarrollo de la investigación, se proponen posibles líneas de investigación futuras y, finalmente, se exponen las principales conclusiones del estudio.

En primer lugar, los resultados de este estudio permitieron confirmar la hipótesis 1, ya que se observaron cambios estadísticamente significativos en los participantes al pasar de primero a segundo grado, tanto en los predictores de dominio general como específico, así como en el pensamiento matemático formal. Lo anterior era previsible, ya que los estudiantes han participado en un proceso de enriquecimiento en el área de matemáticas, resultado de la enseñanza y el fortalecimiento de habilidades matemáticas a lo largo de un año lectivo. Además, refleja el desarrollo evolutivo natural del pensamiento matemático correspondiente a su edad. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Reigosa-Crespo et al. (2013), quienes en un estudio longitudinal encontraron que los niños obtenían mejores puntuaciones en variables como el razonamiento no verbal, la velocidad de procesamiento, el conteo y la comparación simbólica, a medida que avanzaban de tercero a cuarto y de cuarto a quinto grado de educación básica. Asimismo, Träff et al. (2020) evaluaron a niños de 6 años, antes de su ingreso al sistema educativo, en sus capacidades numéricas básicas, cognitivas y en la aritmética. Posteriormente, los evaluaron nuevamente cuando cursaban tercero y sexto grado. Los resultados del seguimiento longitudinal mostraron que, a lo largo del tiempo, los niños desarrollaron mejores habilidades, lo que les permitió alcanzar un mayor éxito en la matemática avanzada.

Además de lo anterior, se observó que los participantes de este estudio obtuvieron puntuaciones más altas en ansiedad matemática cuando cursaban segundo grado. Este hallazgo es esperable, ya que a medida que aumenta la complejidad del contenido matemático, también lo hacen los niveles de ansiedad, lo cual coincide con lo reportado en investigaciones previas (Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022). Por otro lado, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el pensamiento matemático formal, así como en algunos predictores de dominio general, como la memoria de trabajo verbal y visoespacial, y la inteligencia fluida (esta última, únicamente en segundo grado). También se encontraron diferencias en todos los predictores de dominio específico evaluados en este estudio, según la dependencia administrativa de los establecimientos educativos utilizada como proxy del NSE, lo que da cumplimiento parcial a la hipótesis 2. Estos resultados coinciden con evidencia previa que señala que la desventaja socioeconómica tiene un impacto negativo en variables como la memoria de trabajo (Hackman et al., 2014; Mooney et al., 2021), el funcionamiento ejecutivo (Escobar et al., 2018; Ursache & Noble, 2016), el coeficiente intelectual, el lenguaje (Peng et al., 2019; Piccolo et al., 2016), las habilidades matemáticas (Olsen & Huang, 2021) y el rendimiento académico en general (Vadivel et al., 2023).

Es relevante señalar que, aunque no se encontraron diferencias significativas en todas las variables analizadas en este estudio, esto podría explicarse por la homogeneidad de la muestra (Piccolo et al.,2016). En este caso, se utilizaron medidas de eficiencia para controlar los falsos positivos en el desempeño de diversas variables cognitivas, tales como el control inhibitorio, el conteo, la memoria de trabajo visoespacial y el cambio atencional. Por su parte, Engel (2008) optaron por emparejar a los grupos según el rendimiento en inteligencia fluida, aplicando así criterios de inclusión más rigurosos. Otras razones se relacionan con la medición del NSE (nivel de ingresos, escolaridad de los padres, etc), incluso por el paradigma de evaluación que subyace al diseño de cada tarea que mide las habilidades cognitivas.

Por otra parte, se esperaba un desempeño homogéneo entre los participantes en la mayoría de las variables analizadas en este estudio, ya que diversas investigaciones han señalado que no existen brechas entre niños y niñas ni en los predictores de dominio general (Cerda et al., 2021) y de dominio específico (Mazuera-Velásquez et al., 2025), así como en el pensamiento matemático formal (Kersey et al., 2018; Li et al., 2018). En este último, se ha sugerido que las diferencias observadas en las habilidades matemáticas pueden explicarse por estereotipos de género (Strasser, 2016). Sin embargo, se encontró una diferencia notable en los niveles de ansiedad matemática, pues las niñas experimentaron niveles significativamente más altos en comparación con los niños. Este hallazgo, si bien es relevante, era esperable y está ampliamente respaldado en la literatura científica (Hill et al., 2016; Rodríguez, 2023; Van Mier et al., 2019; Williams et al., 2025; Yu et al., 2024).

Respecto a los resultados obtenidos en el primer análisis de mediación moderada, permiten cumplir parcialmente la hipótesis 3, ya que la memoria de trabajo verbal tuvo un efecto directo en la explicación del pensamiento matemático formal en niños de primero y segundo básico. Este hallazgo es consistente con diversos estudios de corte transversal que han demostrado el poder explicativo de este proceso cognitivo en las habilidades numéricas tanto en la etapa preescolar (Aragón et al., 2015; Qi et al., 2023; Peng et al., 2016; Passolunghi et al., 2015; Nelwan et al., 2022) como al inicio de la educación formal (Castro et al., 2017; Zhang et al., 2022). Además, las investigaciones longitudinales también han mostrado el valor predictivo de la memoria de trabajo en la adquisición de las matemáticas (Lefevre et al., 2013). Por otra parte, la comparación simbólica tuvo una relación directa con el pensamiento matemático formal, aunque no fue significativa. Este resultado está en contraposición con evidencias previas reportadas en la literatura científica que han destacado el papel de la comparación simbólica en primer y segundo grado de educación básica (Li et al., 2017; Lyons, et al., 2014; Toll et al., 2015; Xenidou-Dervou et al., 2017), y también se han encontrado hallazgos similares a través de estudios longitudinales (Aragón et al., 2023; Kolkman et al., 2013). Esta discrepancia podría explicarse por el hecho de que, en este estudio, la tarea de comparación simbólica fue operacionalizada mediante las puntuaciones directas, mientras que otras investigaciones la han implementado en formato computarizado para obtener medidas de eficiencia (Castro et al., 2017, Castro et al., 2021; Finke et al., 2020; Mazuera-Velásquez et al., 2025), que ofrece una evaluación más fina del rendimiento cognitivo de los participantes al resolver tareas cognitivas complejas, cuya fórmula es la combinación del tiempo de reacción y la precisión de las respuestas (Lyons et al., 2014). Otra posible explicación para los resultados contradictorios podría ser el diseño de la tarea (Matejko & Ansari, 2016). En este estudio se aplicó una tarea con dígitos del 1 al 9, mientras que en otros trabajos se utilizaron dígitos del 0 al 100 (por ejemplo, Toll et al., 2015) y del 0 al 50 (por ejemplo, Li et al., 2018).

Por otra parte, en este primer análisis de mediación moderada se observó un efecto de moderación simple, que indicó que la ansiedad matemática moduló la relación entre la memoria de trabajo y la comparación simbólica. Algunas evidencias con población adulta sugieren que la ansiedad matemática está vinculada con las habilidades básicas de procesamiento numérico, como por ejemplo, la comparación simbólica (Malone et al., 2011). En este sentido, cuando los sujetos experimentan niveles elevados de ansiedad matemática tienden a obtener peores resultados en tareas que requieren comparar números y seleccionar el mayor de dos códigos arábigos (Ramírez et al., 2013; Maloney et al., 2014; Núñez-Peña & Suárez-Pellicioni, 2014), incluso algunos autores informan, que los sujetos con mayor niveles de ansiedad tienen menor agudeza en el sistema numérico aproximado (Lindskog et al., 2017), aunque en niños, se ha encontrado que la ansiedad matemática no tiene un efecto indirecto en el rendimiento matemático a través del sentido numérico (Szczygiel et al., 2021).

En relación con la población infantil, existen pocos estudios que hayan analizado el rol moderador de la ansiedad matemática y el procesamiento numérico básico, especialmente en lo que respecta a la comparación simbólica. En el contexto chileno, el trabajo longitudinal de Guzmán et al. (2021), utilizando un enfoque de mediación serial múltiple, encontró que las habilidades numéricas simbólicas influyeron indirectamente entre el nivel socioeconómico y la ansiedad matemática en niños de preescolar a segundo básico. Este hallazgo resulta particularmente relevante, considerando los siguientes aspectos: 1) las habilidades simbólicas están relacionadas con la instrucción formal en matemáticas, la cual, a su vez, guardan una estrecha conexión con el nivel socioeconómico (NSE) caracterizado por una alta desigualdad (Agencia de Calidad de la Educación, 2021; Del Río et al., 2022). Incluso, las evidencias indican que los niños de NSE bajo, tienen mayores niveles de ansiedad (Adimora et al., 2015; Svraka & Ádám, 2024); y 2), la relación entre la ansiedad matemática y la comparación simbólica persiste a medida que los niños avanzan en su trayectoria escolar, aspecto que se detallará más adelante.

Cómo se indicó previamente, la ansiedad matemática no sólo impactó en el desempeño de la comparación simbólica, sino también la relación entre ésta habilidad numérica básica y la memoria de trabajo verbal. Este hallazgo refleja la importancia que tiene la ansiedad matemática como moderador de las variables dominio general sobre el pensamiento matemático formal. Esto concuerda con varias investigaciones que han respaldado que la capacidad para manipular y actualizar temporalmente la información verbal, es interferida por los niveles altos de ansiedad matemática tanto en población infantil (Ramírez et al., 2013), como en adultos (Ashcraft & Kirk, 2001), siendo una situación crítica que obstaculiza el desempeño en matemáticas (Soltanlou et al., 2019). Esto sugiere que, cuando los niños experimentan altos niveles de ansiedad agotan los recursos de la memoria de trabajo y a su vez, influye en el desempeño del aprendizaje matemático (Vukovic et al., 2013), en este caso, en la comparación simbólica como habilidad pre-numérica.

Inesperadamente, los resultados de este estudio, indican que incluso los niveles medios y bajos de ansiedad matemáticas afectaron la relación entre la memoria de trabajo verbal y la comparación simbólica. En esta línea, la investigación de Passolunghi et al. (2016), respalda parcialmente este hallazgo, pues encontraron que, los participantes con niveles bajos de ansiedad también cometieron errores de intrusión y dificultades para bloquear estímulos irrelevantes lo cual genera interferencia en la memoria de trabajo. Sin embargo, estas características fueron más evidentes en aquellos estudiantes con niveles altos de ansiedad. Además, en el estudio de (Szczygiel, 2021) cuyos participantes experimentaron bajos niveles de ansiedad, se observó que esta variable impactó en la memoria de trabajo, y a su vez, perjudicó el desempeño en matemáticas. Esto resulta interesante, ya que apoya los resultados obtenidos en este trabajo, que sugieren que incluso los niveles bajos de ansiedad matemática son suficientes para generar un efecto en la memoria de trabajo y la comparación simbólica.

Por otra parte, los efectos indirectos condicionales del modelo realizado para el primer grado escolar indican que la memoria de trabajo, no influyó indirectamente sobre el pensamiento matemático formal, a través de la comparación simbólica en ninguno de los niveles de ansiedad matemática. Este resultado puede explicarse por el tipo de contenido matemático evaluado en primero básico, ya que el tema 3 en dicho nivel escolar mide los convencionalismos mediante pocos ítems, centrándose en la capacidad de lectoescritura numérica, por tanto, los niños de primero básico no resolvieron actividades relacionadas con hechos numéricos y cálculo (Ginsburg & Baroody, 2007). En este sentido, es probable que la interacción de la memoria de trabajo, la comparación simbólica y la ansiedad matemática dependan, en parte, de la complejidad de la tarea numérica (Passolunghi et al., 2016). En esta misma línea, varios autores han destacado que la ansiedad tiende a incrementar en tareas relacionadas con el razonamiento numérico, las cuales requieren habilidades avanzadas en la resolución de problemas (Beilock & Willingham, 2014; Lee & Cho, 2018; Zhang et al., 2019). Además, se ha planteado que la ansiedad matemática aumenta su poder predictivo en la memoria de trabajo (actualización), especialmente cuando se mide a través de la eficiencia, es decir, el tiempo, siendo una medida más compleja que el desempeño directo, por tanto, un mayor tiempo de respuesta sugiere que los individuos utilizan recursos adicionales para mantener la precisión al resolver la tarea (Peregrina et al., 2020).

A partir del segundo modelo de mediación moderada, se confirmó parcialmente la hipótesis 3, ya que se esperaba que la memoria de trabajo tuviera un efecto indirecto a través de la comparación simbólica al finalizar el segundo año de educación básica. De este hallazgo se derivan tres aspectos importantes. En primer lugar, los resultados coinciden con el estudio de Qi et al. (2023) quienes encontraron que la comparación simbólica desempeñó un rol mediador entre la memoria de trabajo y las habilidades aritméticas en preescolares. Además, otros autores han señalado que la comparación simbólica actúa como mediador entre la comparación no simbólica y el desempeño en matemáticas (Fazio et al., 2014; Finke et al., 2020; Peng et al.,2017; Price & Fuchs, 2016; Traff et al., 2018), así como la asociación de la memoria de trabajo y la comparación simbólica aunque, esta última no es una habilidad compleja juega un papel crucial en las habilidades matemáticas (Friso-van den Bos et al., 2014; Morsanyi et al., 2013; Östergren & Träff, 2013). En segundo lugar, la memoria de trabajo tanto en primero como en segundo básico, sigue teniendo un efecto significativo al explicar el pensamiento matemático formal, siendo un componente cognitivo que juega un papel importante en la trayectoria del desarrollo en niños con desarrollo típico en matemáticas (Kolkman et al., 2014). En tercer lugar, según lo observado al final de primero básico, un año después los niños adquirieron un conocimiento más avanzado de los números, demostrando así, que la comparación simbólica es un predictor significativo de las habilidades matemáticas (Li et al., 2018; Toll et al., 2015).

Por otro lado, los resultados del presente estudio permiten confirmar el cumplimiento de la hipótesis 4, dado que la ansiedad matemática moderó la relación entre la memoria de trabajo y la comparación simbólica en niños de segundo básico. Este hallazgo es similar a lo encontrado en el modelo explicativo para primero básico. Sin embargo, en este caso, la ansiedad matemática en los niveles medios y altos mostró un efecto moderador en la comparación simbólica, mientras que en los niveles bajos de ansiedad, su influencia dejó de ser significativa. Similar al estudio de Morán et al. (2016) la ansiedad matemática agota la capacidad de manipular y actualizar la información temporal por parte de la memoria de trabajo, especialmente en aquellos niños que experimentan altos niveles de ansiedad. Asimismo, el trabajo de Passolunghi, et al. (2016), encontró que los estudiantes con alto nivel de ansiedad obtuvieron puntuaciones más bajas tanto en la memoria a corto plazo y la memoria de trabajo, como en el rendimiento matemático, si bien este último estudio no hace referencia a la comparación simbólica, esta habilidad previa es fundamental en la aritmética básica y el cálculo, la cual, se adquiere a través de la educación formal (Caviola et al., 2020; Szczygieo et al., 2024).

Otro hallazgo relevante es que los resultados de este estudio permitieron comprobar la hipótesis 5, ya que se evidenció una asociación de la memoria de trabajo (como predictor de dominio general) y la comparación simbólica (predictor de dominio específico), sobre el pensamiento matemático se mantuvo a lo largo del tiempo, incluso al controlar el género de los participantes. Aunque algunos estudios han señalado la existencia de brechas en el rendimiento en matemáticas entre niños y niñas (Meinck & Brese, 2019; OCDE, 2018; Mullis et al., 2017), varias evidencias coinciden con los hallazgos de esta investigación. En particular, el rendimiento entre niños y niñas es similar en los primeros ciclos de la educación formal, y probablemente estas diferencias aparecen en grados escolares avanzados (Bakker et al., 2019; Hutchison et al., 2019; Hyde, 2014). Otra explicación adicional sobre las brechas de género en matemáticas está relacionada con las expectativas y el apoyo de los padres, los estereotipos (implícitos y explícitos) asociados con las habilidades numéricas, el papel de las figuras parentales en el desarrollo de las actitudes hacia las matemáticas, así como el autoconcepto y el valor subjetivo que se otorga a la tarea (Cárcamo et al., 2020; Del Río et al., 2016; Gunderson et al., 2012; Guzmán et al., 2010; Vos et al., 2023).

Por otro lado, los resultados obtenidos de los modelos de mediación serial permitieron confirmar la hipótesis 6, que la ansiedad matemática y la memoria de trabajo verbal, actuaron parcialmente como mediadores seriales entre la dependencia administrativa como proxy del nivel socioeconómico y el pensamiento matemático formal, en niños y niñas de primero a segundo grado de educación básica. En primer lugar, este resultado es consistente con investigaciones previas que han señalado que la variabilidad en el aprendizaje matemático se explica, en parte, por factores relacionados con el nivel socioeconómico (Kalaycioglu, 2015). Estudios realizados en el contexto chileno también han identificado este fenómeno, evidenciando una brecha en el desarrollo de habilidades matemáticas atribuida a estas condiciones (Del Río et al., 2022; Susperreguy et al., 2020). Además, esta desigualdad tiende a acentuarse a medida que los estudiantes avanzan en su formación escolar (Orellana et al., 2019).

En línea con los hallazgos de este estudio, algunos autores han señalado que las diferencias en el pensamiento matemático emergen desde la educación informal, observándose que los niños que asisten a jardines infantiles de niveles socioeconómicos bajos acceden principalmente a contenidos básicos como el conteo, la cardinalidad, la seriación y la clasificación. En contraste, aquellos provenientes de contextos medio-altos y altos reciben una enseñanza más avanzada, centrada en la comprensión de conceptos matemáticos complejos, el uso de algoritmos para la suma y la resta, y la resolución de problemas numéricos (Ponce & Strasser, 2019). Estas diferencias iniciales en la exposición a contenidos matemáticos se reflejan posteriormente en los resultados académicos: en los últimos años, el Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) ha reportado que los estudiantes de niveles socioeconómicos altos, que asisten regularmente a colegios particulares pagados, obtienen mejores puntajes en la asignatura de matemáticas en comparación con aquellos que provienen de contextos de menor nivel socioeconómico (Agencia de Calidad de la Educación, 2022; 2023). Esta tendencia se observó tanto en la comparación directa de los establecimientos educativos, al comprobar la hipótesis 1, como también en los modelos de mediación.

Como se mencionó anteriormente, la ansiedad matemática y la memoria de trabajo verbal actuaron como mediadores seriales parciales entre el nivel socioeconómico (NSE) y el pensamiento matemático formal. Diversos estudios han destacado la compleja interacción entre estas variables. Por ejemplo, Svraka et al. (2024) señalan que el NSE se relaciona tanto con la ansiedad como con la competencia matemática. Asimismo, Ramírez et al. (2013) destacan la asociación entre la ansiedad matemática, la memoria de trabajo y el rendimiento en matemáticas. En el contexto chileno, el estudio longitudinal de Guzmán et al. (2021) demostró que el NSE predice la ansiedad matemática a través de la mediación de habilidades numéricas básicas. Todo lo anterior pone de manifiesto la relevancia de estas variables al momento de explicar el pensamiento matemático en los primeros años de la educación formal.

Ahora bien, en los modelos de mediación serial realizados en primero básico y luego nuevamente un año después, en segundo básico, se encontraron otros hallazgos que merecen ser discutidos. Uno de ellos, es la relación negativa y significativa entre el NSE y la ansiedad matemática, por tanto pertenecer a un colegio particular pagado, como indicador de un NSE más alto, se asocia con menores niveles de ansiedad. Este hallazgo es congruente por la reportado por Ritchie y Bates (2013), quienes señalaron que un mayor nivel de ansiedad se relaciona con un bajo NSE. En el contexto chileno, el estudio de Guzmán et al. (2021), también encontró que los preescolares y los niños de segundo básico con altos niveles de ansiedad, provenían de un nivel socioeconómico bajo. Sin embargo, no todas las investigaciones han identificado una asociación clara entre estas variables (por ejemplo, Ching, 2017), lo que podría atribuirse en la forma en que se ha operacionalizado el NSE. Algunos autores han analizado el ingreso familiar y el nivel educativo de los padres (Elliot & Bachman, 2018; García de Magalhaes-Calvet et al., 2022; Mato et al., 2014), lo que ha contribuido en la variabilidad de los hallazgos.

Un aspecto a destacar, es que en la medición realizada en estudiantes de primero básico, la dependencia administrativa se asoció significativamente con la memoria de trabajo verbal, la cual actuó como segunda variable mediadora. Este resultado en consistente con lo reportado por Judd et al. (2022) pues el NSE tuvo un efecto en la memoria de trabajo, y un bajo desempeño en esta variable cognitiva se relaciona con un bajo NSE como lo indican Hackman et al. (2014), Lawson, et al. (2018) y Mooney et al. (2021). Sin embargo, al avanzar a segundo básico, la relación entre estas variables, aunque se mantuvo positiva, dejó de ser estadísticamente significativa. Este resultado se alinea con investigaciones previas que tampoco han encontrado una asociación consistente entre dichas variables (Engel et al., 2018; Wiebe et al., 2008). Una posible explicación es que, al progresar en el sistema escolar, la instrucción formal podría contribuir a la consolidación de este proceso cognitivo, atenuando así las diferencias iniciales. No obstante, el hecho de que en primero básico la dependencia administrativa o el tipo de colegio tenga un impacto a nivel cognitivo, sigue siendo relevante. Esto permite comprender cómo la desigualdad socioeconómica puede afectar el aprendizaje en general desde etapas tempranas.

Otro hallazgo relevante obtenido a través de los análisis de mediación serial múltiple, es la relación negativa y significativa entre la ansiedad matemática y la memoria de trabajo verbal. Estos resultados coinciden con lo reportado en los modelos de mediación moderada, pues independientemente del rol que desempeñe la ansiedad matemática, ya sea como moderador (Asare et al., 2025; Braham & Libertus, 2018), mediador (Doz et al.,2024; Zhang & Wang, 2020) o cumpliendo ambos roles (por ejemplo: Pérez-Fuentes et al., 2020), queda claro que contribuye tanto en las habilidades numéricas básicas como en los componentes cognitivos involucrados en el pensamiento matemático, particularmente al inicio de la educación formal. Un aspecto importante a considerar es que el género no presentó un efecto significativo ni en la variable independiente ni en la dependiente, así como tampoco en la memoria de trabajo como mediador serial. Este hallazgo coincide con investigaciones previas que señalan que la variabilidad en el pensamiento matemático no se explica por diferencias de desempeño entre niños y niñas en los primeros años de educación formal (Alloway et al., 2016; Eriksen et al., 2023; Pina et al., 2021). En cambio, podría vincularse con factores como la motivación hacia las matemáticas (Rodríguez et al., 2020) o con las percepciones de niños y niñas respecto a la enseñanza y el aprendizaje de esta área (Samuelsson & Samuelsson, 2016). Asimismo, otras autores tampoco han encontrado que el género influya en los predictores de dominio general, como la memoria de trabajo (Adams et al., 2015; Mazuera et al., 2025). No obstante, en el caso de la ansiedad, las evidencias son consistentes, ya que se ha planteado que las niñas son quienes experimentan mayores niveles de ansiedad matemática en comparación con los niños (Williams et al., 2025), aspecto que ya ha sido discutido anteriormente en este apartado.

Respecto de los hallazgos obtenidos a partir de los modelos de predictibilidad múltiple, se confirmó el cumplimiento de la hipótesis 7, pues la memoria de trabajo fue la variable con mayor capacidad predictiva en relación al pensamiento matemático formal en niños de primero y segundo año de educación básica. La relevancia de este precursor de dominio general, se alinea con evidencias previas (Allen et al., 2020; Bresgi et al., 2017; Castro et al., 2017; Caviola et al., 2020; Gloor et al., 2021; Toll et al., 2015), destacando su importancia en la aritmética y el cálculo escrito en la escuela primaria (Mammarella et al., 2017; Púrpura et al., 2017; Van de Weijer-Bergsma et al., 2015), así como en tareas de comparación simbólica, conteo, y la estimación numérica (Friso-van Den Bos et al., 2013). Del mismo modo, el estudio longitudinal realizado por Allen et al. (2021) en estudiantes de 7 a 8 años, mostró que la memoria de trabajo verbal fue estadísticamente significativa en ambos puntos de tiempo, destacando que dicha variable se mantuvo estable a medida que los niños transitaron en el itinerario escolar, lo cual coincide con los resultados de esta investigación.

Además, en los modelos realizados para primero y segundo año de educación básica, la inteligencia fluida emergió como el segundo predictor del pensamiento matemático formal. La literatura científica respalda, en la misma línea de los resultados de este estudio, la relación existente entre dicho componente cognitivo y el aprendizaje matemático en los primeros años de la escuela primaria (Aragón et al., 2016; Green et al., 2017). Asimismo, en el metaanálisis de Peng et al. (2019) la inteligencia fluida mostró una relación más fuerte con las matemáticas complejas que con las fundamentales, y esta asociación aumentó con la edad de los participantes. Por otro lado, en el estudio longitudinal de Green et al. (2017), la inteligencia fluida resultó ser el mejor predictor del aprendizaje matemático un año y medio después, lo que sugiere que ambas variables se encuentran estrechamente relacionadas a lo largo del desarrollo.

De manera similar a como se evidenció con la memoria de trabajo verbal y la inteligencia fluida, el conteo, como variable de dominio específico, resultó ser la tercera variable predictora que explicó el pensamiento matemático formal en niños de primero a segundo año de educación básica. Este hallazgo es consistente con el trabajo de Manfra et al. (2012), quienes encontraron que los preescolares con mejores habilidades en el conteo, lograron un rendimiento matemático más alto en primer grado, demostrando la importancia de este predictor a medida que los niños avanzan en su trayectoria escolar. Adicionalmente, el estudio de Martin et al. (2014) señala que tanto el conteo procedimental como el conceptual están fuertemente relacionados con las habilidades matemáticas desde el preescolar hasta el primer grado. Esto demuestra que, en el primer ciclo de la educación básica, el conteo juega un papel importante en el desarrollo de las habilidades matemáticas, ya que es una habilidad fundamental para resolver operaciones simples de adición y sustracción, los cuales forman parte de la enseñanza en los primeros ciclos educativos, y contribuye en las matemáticas de mayor complejidad (Warmansyah et al., 2023). Desde el ámbito de la cognición numérica, se ha observado que la intervención en este predictor mejora el desempeño en niños con bajo rendimiento matemático (Mononem & Aunio, 2016).

Por otra parte, la memoria de trabajo visoespacial mostró ser una variable predictiva en el modelo de regresión realizado para primero básico, pero perdió su poder explicativo en segundo grado. Este resultado se alinea con el estudio longitudinal de Fanari et al. (2018), en el cual, se observó una relación significativa entre la memoria de trabajo visoespacial y el conocimiento matemático al inicio del primer grado, pero no con las habilidades numéricas evaluadas un año después. Una posible razón de esto, es que la enseñanza de las matemáticas en primero básico se centra en tareas pictóricas y geométricas espaciales (Liang et al., 2022), y según Van der Ven et al. (2013) el conteo también está asociado con la memoria de trabajo visoespacial que a su vez requiere del uso de estrategias visuales. Sin embargo, hacia el final de segundo grado, los contenidos se vuelven más complejos y los niños tienden a ser menos dependientes de las habilidades visuales y espaciales. En este momento, sus aprendizajes están más ligados con los aspectos verbales, que requieren una mayor demanda de la memoria de trabajo verbal, cuyo poder predictivo se incrementa a medida que los niños avanzan en su nivel escolar (Van de Weijer-Bergsma et al., 2015).

Adicionalmente, se ha sugerido que la memoria de trabajo visoespacial está vinculada al aprendizaje matemático a lo largo del desarrollo (por ejemplo, Allen et al., 2019; Liang et al., 2022), lo cual contradice los hallazgos de este estudio. Esta discrepancia ha sido objeto de debate, particularmente en relación con las demandas específicas de este componente cognitivo, que varía según el tipo de habilidad matemática evaluada y el nivel escolar. En este sentido, la memoria visoespacial parece desempeñar un papel crucial en el cálculo escrito (Giofré et al., 2013; Peng et al., 2016) y en el razonamiento matemático en niños de tercer grado (Meyer et al., 2010). Otra posible explicación de estas inconsistencias radica en el tipo de instrumento utilizado para evaluar el pensamiento matemático, ya que algunas investigaciones recurren a pruebas estandarizadas (por ejemplo, Allen & Giofré, 2021) o medidas basadas en el currículo (por ejemplo, Estévez-Pérez et al., 2019).

El cambio atencional fue la variable con menor peso relativo al explicar el pensamiento matemático formal en niños de primer básico. Una posible explicación es que la memoria de trabajo verbal y visoespacial, junto con la inteligencia fluida como predictores de dominio general, y el conteo como precursor de dominio específico, disminuyeron la influencia de este componente cognitivo. Dado lo anterior, es posible que por aspectos madurativos los niños requieran de la atención para alternar y atender a los detalles de las tareas numéricas, como el conocimiento de los números arábigos y verbales (Merkley et al., 2018), que son contenidos propios al inicio del primer grado. El trabajo de Bull et al., (2008) que midió la atención ejecutiva (medida de inhibición, cambio y actualización), fueron predictivas del rendimiento en matemáticas en preescolares, pero la relación entre éstas variables fue más fuerte alrededor de los 9 años de edad, donde la atención ejecutiva está más relacionada con procedimientos de cálculo (Meyer et al., 2010), así como en la aplicación de reglas y algoritmos (Geary et al., 2012).

Por otro lado, el cambio atencional en niños de segundo básico no mostró ser una variable predictiva en el modelo de regresión. Algunos estudios en contraposición con estos resultados, han identificado una relación entre el cambio atencional y las habilidades matemáticas (Poorghorban et al., 2018; Mazuera-Velásquez et al., 2025). A diferencia de esta investigación, aquellos se centraron en niños de tercero y cuarto año de educación básica, cuyo aprendizaje numérico presenta un nivel de complejidad mayor. Por esta razón, se considera que esta variable cobra relevancia en grados escolares más avanzados (Magalhães et al., 2020; Morgan et al., 2019), especialmente cuando se aplican conocimientos tanto procedimentales como conceptuales propios de la fluidez aritmética (LeFevre et al., 2013).

La estimación numérica, no ingresó al modelo de predicción para explicar el pensamiento matemático formal en niños de primero básico. En contraposición a este hallazgo, varias investigaciones han planteado que esta habilidad de dominio específico está fuertemente relacionada con el logro matemático (Nuraydin et al., 2023; Schneider et al., 2018; Xu et al., 2023). Una posible razón para esta inconsistencia, podría estar vinculada al diseño. En este caso, se usó la puntuación directa de la tarea número posición y posición número, en una línea del 0 al 20, mientras que otras investigaciones han utilizado una escala de base 10, con un cero en el extremo izquierdo, y diez, cien o mil en el lado derecho (por ejemplo: Booth & Newton, 2012; Dietrich et al., 2016; Laski & Yu, 2014; LeFevre et al., 2013; Xu et al., 2021), en la educación preescolar, básica y media. Una explicación alternativa, podría vincularse con las puntuaciones obtenidas en la tarea. En este estudio, se calculó el porcentaje de error absoluto de cada niño, mientras que otros enfoques emplean análisis de perfil latente, los cuales permiten identificar cómo los niños transitan de un patrón de estimación a otro, y si estos perfiles experimentan cambios a lo largo del tiempo (Oberski, 2016; Xu, 2019; Xu et al., 2021).

Ahora bien, para segundo básico la estimación numérica mostró un menor peso relativo como precursor de las habilidades matemáticas al finalizar segundo año. Es probable que la capacidad para aproximar cantidades sean más precisas con el tiempo, y en este grado escolar tengan mayor dominio de las representaciones mentales simbólicas (Booth & Siegler, 2006) y utilicen estrategias más eficientes al resolver la tarea (Link et al., 2014; Peeters et al., 2016; Slusser & Barth, 2017). Un estudio longitudinal en línea con estos hallazgos encontró que el desempeño en la estimación numérica mejoró a medida que los niños adquirieron un mayor conocimiento numérico, lo cual está relacionado con el grado escolar (Xu et al., 2023), y este aspecto ha sido reportado en otras investigaciones (Muldoon et al., 2013; Praet & Desoete, 2014).

Por otra parte, la comparación no simbólica fue excluida del modelo predictivo del pensamiento matemático formal en primero y segundo básico. Este resultado no contradice las evidencias previas, que han demostrado que esta habilidad emerge en edades tempranas, y predice el rendimiento matemático posterior (Mazzocco et al., 2011; Libertus et al., 2013). De hecho, otros investigadores no han encontrado una correlación positiva entre la representación numérica no simbólica y el conocimiento matemático en niños (Holloway & Ansari, 2009; Sasanguie et al., 2013). Incluso, el estudio longitudinal de Li et al. (2018), reveló que después de los 5 años desaparece la ventaja en la comparación no simbólica a medida que los niños adquieren más conocimiento del sistema de representación simbólica. Otra explicación podría estar asociado con el tipo de habilidad matemática evaluada, pues se ha encontrado que la comparación no simbólica se ha relacionado con la fluidez matemática en niños de primero a cuarto grado (Zhang et al., 2022). Adicionalmente, Dietrich et al. (2016), señalan que las inconsistencias respecto al poder explicativo de la comparación no simbólica se debe a las propiedades del diseño experimental de la tarea, como por ejemplo, el tamaño de los conjuntos y el tiempo de exposición de cada ítem. En dicho estudio, el tamaño de las matrices de puntos moderó la relación entre la comparación no simbólica y el desempeño matemático.

Del mismo modo, la comparación simbólica no resultó ser una variable con un peso significativo en el modelo de predicción del pensamiento matemático formal en ambas líneas de tiempo. En contraposición con el presente estudio, varias investigaciones han destacado la relación existente entre la comparación simbólica y el conocimiento matemático (Li et al., 2018; Lyons et al., 2014), en niños de primero y segundo básico (Bugden & Ansari, 2011), así como en estudios longitudinales (Toll et al., 2015). Una posible explicación, es que la representación simbólica tenga un rol mediador entre la comparación no simbólica y el desempeño en matemáticas (Van Marle et al., 2014; Xenidou-Dervou et al., 2013). Otra razón, podría estar relacionada con el tipo de habilidad matemática evaluada, en este caso, en primero básico, el pensamiento matemático formal se midió a través de los convencionalismos numéricos, mientras que en segundo grado se incluyeron ítems de cálculo y hechos numéricos. En este sentido, se evaluaron varias habilidades numéricas y se obtuvo el total de los aciertos, en cambio, otras investigaciones han encontrado que la tarea de comparación de dígitos tiene un gran poder predictivo en la aritmética, tanto en niños con desarrollo normotípico (Kolkman et al., 2013; Lyons et al., 2014; Sasanguie et al., 2013; Schneider et al., 2017; Vabinst et al., 2015), como en aquellos con desarrollo atípico (Brankaer et al., 2014; Schwenk et al., 2017; Vanbinst et al., 2014).

Es la misma línea del párrafo anterior, las inconsistencias con los hallazgos previos podrían estar relacionadas con la operacionalización de la tarea de comparación simbólica, pues algunos autores, evalúan esta habilidad en función de los aciertos obtenidos por cada participante, mientras que otros estudios han utilizado la proporción de aciertos (Inglis & Gilmore, 2014), los tiempos de reacción (Castro & Reigosa, 2011) o medidas de eficiencia, que combinan la proporción de errores y el tiempo de reacción, proporcionando una evaluación más precisa del rendimiento de los niños (Lyons, et al., 2014; Castro et al., 2017). Además, se han utilizado otros índices para analizar el rendimiento, como el efecto de distancia, donde el tiempo de reacción disminuye cuando los números están alejados entre sí (por ejemplo: 2-8), y aumenta cuando son más cercanos (por ejemplo: 2-3) (Rousselle & Noël, 2007), o el efecto de razón numérica (división de la cantidad mayor sobre la menor), donde la discriminación de cantidades es más rápida y precisa cuando se comparan dígitos por debajo al valor 1. Por ejemplo, es más fácil contrastar el número 6 y el 10 (razón 0.6), que los números 8 y 6 (razón 1.3) (De Smedt & Gilmore, 2011; Lindskog et al., 2013).

Respecto al control inhibitorio comportamental y cognitivo, ambas variables fueron excluidas del modelo de predicción. Aunque se ha considerado que este dominio guarda relación con las habilidades matemáticas en niños de educación primaria, la evidencia empírica sobre este vínculo siendo objeto de debate. El metaanálisis realizado por Zhu et al. (2025), sugiere que la relación entre este predictor de dominio general con el aprendizaje matemático dependen en gran medida, del tipo de control inhibitorio, el conocimiento numérico evaluado, y de moderadores potenciales como la edad, el género y el nivel socioeconómico, lo cual podría explicar la variedad de hallazgos observados en la literatura científica.

Algunos autores sostienen que el control inhibitorio es fundamental para bloquear información no deseada o suprimir representaciones numéricas automatizadas que no aportan en la resolución de problemas matemáticos (Bull & Lee, 2014). También se ha planteado que éste componente cognitivo cobra más importancia en las habilidades numéricas en edades tempranas (Clark et al., 2010). Otros estudios indican que, dado que el funcionamiento ejecutivo mejora en los primeros años de escolaridad (Mcclelland et al., 2014), es probable que, a partir de tercero básico este predictor juegue un papel importante en el aprendizaje de contenidos matemáticos de mayor complejidad (Edwards et al., 2024). Sin embargo, investigaciones recientes no han logrado encontrar tal relación en dicho rango etario (Mazuera-Velásquez et al., 2025).

Por otro parte, este estudio presenta algunas limitaciones. En primer lugar, en el modelo de mediación serial múltiple se utilizó la dependencia administrativa como indicador del nivel socioeconómico (NSE); sin embargo, no se consideraron otras medidas más precisas, como el ingreso familiar o el nivel educativo de los padres, variables que han sido ampliamente empleadas en investigaciones sobre cognición numérica. Asimismo, no se analizaron otros factores asociados a la dependencia administrativa que podrían influir en el desarrollo del pensamiento matemático, tales como los recursos didácticos disponibles según el tipo de establecimiento educativo, los métodos de enseñanza de las matemáticas, entre otros.

En segundo lugar, otra limitación se relaciona con el instrumento utilizado para evaluar la ansiedad matemática. Si bien se empleó una escala de autoinforme estandarizada en el contexto chileno, y por tanto válida, algunos estudios han recurrido a métodos de medición más precisos, como el registro de respuestas neurofisiológicas durante la resolución de problemas matemáticos (por ejemplo, Atabek et al., 2022). Otro aspecto relevante es que, aunque los modelos de mediación moderada y de mediación serial múltiple facilitaron analizar los distintos roles de las variables seleccionadas según los fundamentos teóricos, estos no permiten explorar relaciones bidireccionales ni posibles efectos de causalidad. Esto se debe a las limitaciones inherentes al diseño metodológico adoptado en este estudio, el cual no contempla estos aspectos.

Como proyección futura, resulta fundamental analizar cómo interactúan los distintos predictores de dominio general y específico, así como las variables sociodemográficas, desde la etapa preescolar, en la que la enseñanza se centra en el desarrollo del pensamiento matemático informal, considerado la base de la aritmética básica. Asimismo, es importante examinar cómo evolucionan estos factores a medida que los niños transitan hacia la educación formal, donde comienzan a incorporar conceptos propios del pensamiento matemático formal. Por otro lado, no es suficiente con considerar únicamente la ansiedad en los estudiantes, ya que investigaciones recientes han evidenciado que la ansiedad matemática de los padres y docentes también ejerce efectos directos e indirectos sobre el rendimiento en matemáticas (por ejemplo: Szczygiel, 2020; Zhou et al., 2025).

Otra proyección futura relevante sería investigar los mecanismos de intervención en la ansiedad matemática. Como se ha señalado a lo largo de este apartado, esta variable afectiva desempeña un papel importante en el desarrollo del pensamiento matemático formal. Comprender este vínculo resulta importante para implementar evaluaciones tempranas desde el inicio de la educación formal, y que de esta forma se inicien acciones apropiadas que ayuden a reducir los niveles altos de ansiedad en aquellos estudiantes que presentan un bajo desempeño en el área de las matemáticas. En este sentido, los estudios experimentales permitirían identificar la eficacia de dichas intervenciones, centradas en la estimulación cognitiva y en la regulación de emociones (por ejemplo: Sammallahti et al., 2023).

Conclusiones e implicaciones prácticas

Este estudio contribuye en la comprensión de cómo los predictores de dominio general y específico, la ansiedad matemática y variables sociodemográficas, como el género y la dependencia administrativa de los establecimientos educativos, se relacionan con el desarrollo del pensamiento matemático formal. Para ello, se realizó un seguimiento longitudinal de estudiantes desde primero hasta segundo básico. A continuación, se presentan las principales conclusiones obtenidas a partir de los objetivos e hipótesis planteadas en esta investigación:

1-La memoria de trabajo verbal mostró un efecto directo en la explicación del pensamiento matemático formal, y esta asociación se mantuvo a lo largo del seguimiento longitudinal. En primer grado, la comparación simbólica no actuó como un mediador en esta relación, independientemente del nivel de ansiedad matemática, por lo que no se observó un efecto indirecto condicionado. Sin embargo, en segundo grado, se identificó un efecto de mediación por parte de la comparación simbólica, así como un efecto indirecto de la ansiedad matemática, presente únicamente en niveles medios y altos de ansiedad.

2-Se encontró que la ansiedad matemática y la memoria de trabajo mediaron parcialmente la relación entre la dependencia administrativa y el pensamiento matemático formal, y esta asociación persistió durante el seguimiento longitudinal. Asimismo, los niños que pertenecen a un colegio privado tienen un mejor desempeño en las habilidades matemáticas y a su vez, experimentan menores niveles de ansiedad.

3-La memoria de trabajo es la variable que tiene mayor peso relativo al explicar el pensamiento matemático formal en estudiantes de primero a segundo básico. Su capacidad predictiva se mantiene incluso al considerar otros predictores, tanto de dominio general como específicos.

4- La ansiedad matemática no actuó como variable mediadora entre la dependencia administrativa y el pensamiento matemático en estudiantes de primero básico. Sin embargo, tras un año de escolaridad, en segundo básico, sí emergió como un factor mediador en esta relación. Esto podría explicarse por el aumento en la complejidad de los contenidos matemáticos en ese nivel, lo que conlleva un incremento en los niveles de ansiedad.

5-Los resultados de este estudio tienen implicancias educativas, ya que la memoria de trabajo verbal, la comparación simbólica y la ansiedad matemática son variables clave en la adquisición del pensamiento matemático formal. Esto resalta la necesidad de considerar no solo la aplicación de estrategias pedagógicas dentro del aula de clases, sino también otorgar igual relevancia a las intervenciones cognitivas y a los aspectos emocionales que interfieren en el aprendizaje de las matemáticas. Es relevante considerar que la ansiedad matemática puede persistir en el tiempo si no se aborda de manera oportuna (Schillinger et al., 2018; Szczygiel et al., 2024). Por ello, se recomienda la implementación de juegos educativos matemáticos, como los propuestos por

Alanazi (2020), así como enfoques de aprendizaje basados en juegos digitales que han demostrado ser efectivos para mejorar el dominio de operaciones aritméticas básicas (Hung et al., 2014; Vanbecelaere et al., 2021). Estas estrategias contribuyen a reducir conductas de evitación frente a los contenidos matemáticos y, al mismo tiempo, fomenta una mayor participación de los estudiantes (Passolunghi et al., 2020; Pizzie & Kraemer, 2023).

6-Si bien la dependencia administrativa como indicador del nivel socioeconómico no puede modificarse mediante intervenciones pedagógicas, educativas o psicológicas, el trabajo articulado entre estas áreas puede contribuir significativamente a reducir las barreras en el aprendizaje. Esto se puede lograr mediante la creación de espacios psicoeducativos dirigidos a los padres de familia, con el objetivo de brindarles herramientas que les permitan fomentar el aprendizaje de las matemáticas en el hogar (por ejemplo: Zippert & Rittle-Johnson, 2020). Esto puede incluir desde la elaboración de materiales didácticos hasta la implementación de juegos con contenido numérico. Un ambiente familiar que estimule el desarrollo del pensamiento matemático puede ser clave para reducir las brechas originadas por el nivel socioeconómico (Chiatovic & Stipek, 2016).

7- A pesar de que el sistema educativo tiende a enfocar sus esfuerzos de apoyo en aspectos curriculares, como los contenidos, la planificación o las estrategias didácticas utilizadas por el profesorado, suele dejar de lado las particularidades cognitivas y afectivas de cada estudiante, así como los aspectos contextuales que influyen en la formación escolar. Estas variables, abordadas en el presente estudio, son fundamentales para comprender los factores que contribuyen en la adquisición de las habilidades matemáticas. Su omisión dificulta un enfoque integral e inclusivo, reduciendo la posibilidad de propiciar un mejor aprendizaje en el pensamiento matemático formal.

Referencias

Abdul Rahman, A., Carroll, D. J., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2017). Neural correlates of response inhibition in early childhood: Evidence from a Go/No-Go task. Developmental neuropsychology, 42(5), 336-350. https://doi.org/10.1080/87565641.2017.1355917

Abreu-Mendoza, R. A., Chamorro, Y., Garcia-Barrera, M. A., & Matute, E. (2018). The contributions of executive functions to mathematical learning difficulties and mathematical talent during adolescence. *PLoS One, 13*(12), e0209267. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209267

Abu-Bader, S., & Jones, T. V. (2021). Statistical mediation analysis using the sobel test and hayes SPSS process macro. *International Journal of Quantitative and Qualitative Research Methods*. https://ssrn.com/abstract=3799204

Adams, A. M., Simmons, F., & Willis, C. (2015). Exploring relationships between working memory and writing: Individual differences associated with gender. Learning and Individual Differences, 40, 101-107. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.04.011

Adimora, D. E., Nwokenna, E. N., Omeje, J. C., & Eze, U. N. (2015). Influence of socio-economic status and classroom climate on mathematics anxiety of primary school pupils. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 205*, 693–701. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.09.109

Agencia de la Calidad de la Educación (2012). *Inofrme técnico SIMCE Chile*. Santiago, Chile. https://n9.cl/i7jqh1

Agencia de la Calidad de la Educación (2014). *Manual para establecimientos en Chile*. Santiago, Chile. https://n9.cl/bqhtz

Agencia de Calidad de la Educación. (2017). *Resultados educativos*. http://archivos.agenciaeducacion.cl/PPT_Conferencia_ER_2017_web_3.pdf

Agencia de la Calidad de la Educación. (2019). *Resultados educativos*. Santiago, Chile. http://archivos.agenciaeducacion.cl/PPT_Nacional_Resultados_educativos_2019.pdf

Agencia de la Calidad de la Educación. (2021). *Resultados Diagnóstico Integral de Aprendizaje 2021*.https://www.mineduc.cl/wpcontent/uploads/sites/19/2021/05/PresentacionDIA_26mayo.pdf

Agencia de Calidad de la Educación. (2022). *Resultados educativos SIMCE*. Santiago de Chile. https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/PPT+Conferencia+Prensa+Simce+2022+14+junio.pdf

Agencia de Calidad de la Educación. (2023). *Resultados educativos SIMCE*. Santiago de Chile. https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/Entrega+Resultados+Nacionales+Simce+2023.pdf

Agostino, A., Johnson, J., & Pascual-Leone, J. (2010). Executive functions underlying multiplicative reasoning: Problem type matters. *Journal of experimental child psychology*, *105*(4), 286-305. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.09.006

Agüero, E., Gómez, L. G., Suárez, Z., & Schmidt, S. (2017). Estudio de la ansiedad matemática en la educación media costarricense. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 19(1), 35-45. http://doi.org/dxjb

Alanazi, H. M. N. (2020). The effects of active recreational math games on math anxiety and performance in primary school children: An experimental study. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences,* *7*(1), 89–112. https://doi.org/10.4995/muse.2020.12622

Alvarez, J., Abdul-Chani, M., Deutchman, P., DiBiasie, K., Iannucci, J., Lipstein, R., ... & Sullivan, J. (2017). Estimation as analogy-making: Evidence that preschoolers' analogical reasoning ability predicts their numerical estimation. *Cognitive Development*, *41*, 73-84. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2016.12.004

Allan, N. P., Hume, L. E., Allan, D. M., Farrington, A. L., & Lonigan, C. J. (2014). Relations between inhibitory control and the development of academic skills in preschool and kindergarten: a meta-analysis. *Developmental psychology*, *50*(10), 2368. https://doi.org/10.1037/a0037493

Allen, K., Giofrè, D., Higgins, S., & Adams, J. (2020). Working memory predictors of written mathematics in 7-to 8-year-old children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology,* *73*(2), 239–248. https://doi.org/10.1177/1747021819871243

Allen, K., & Giofrè, D. (2021). A distinction between working memory components as unique predictors of mathematical components in 7–8 year old children. *Educational Psychology,* *41*(6), 678–694. https://doi.org/10.1080/01443410.2020.1857702

Amalina, I. K., & Vidákovich, T. (2023). Development and differences in mathematical problem-solving skills: A cross-sectional study of differences in demographic backgrounds. *Heliyon*, *9*(5). 10.1016/j.heliyon.2023.e16366

Ancker, J. S., & Kaufman, D. (2007). Rethinking health numeracy: a multidisciplinary literature review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *14*(6), 713-721. https://doi.org/10.1197/jamia.M2464

Aragón, E. L., Delgado, C. I., Aguilar, M., Araujo, A., & Navarro, J. I. (2013). Estudio de la influencia de la inteligencia y el género en la evaluación matemática temprana. *European journal of education and psychology*, *6*(1), 5-18. https://doi.org/10.1989/ejep.v6i1.99

Aragón, E., Navarro, J. I., Aguilar, M., & Cerda, G. (2015). Cognitive Predictors of 5-Year-Old Students' Early Number Sense//Predictores cognitivos del conocimiento numérico temprano en alumnado de 5 años. *Revista de Psicodidáctica*, *20*(1). https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.11088

Aragón, E., Navarro, J. I., Aguilar, M., Cerda, G., & García-Sedeño, M. (2016). Predictive model for early math skills based on structural equations. *Scandinavian Journal of Psychology, 57*(6), 489–494. https://doi.org/10.1111/sjop.12317

Aragón, E., Cerda, G., Delgado, C., Aguilar, M., & Navarro, J. I. (2019). Individual differences in general and specific cognitive precursors in early mathematical learning. *Psicothema, 31*(2), 156–162. https://doi.org/10.7334/psicothema2018.306

Aragón, E., Cerda, G., Aguilar, M., Mera, C., & Navarro, J. I. (2020). Modulation of general and specific cognitive precursors to early mathematical competencies in preschool children. *European Journal of Psychology of Education*, 1–18. https://doi.org/10.1007/s10212-020-00483-4

Aragón, E., Canto-López, M. C., Aguilar, M., Menacho, I., & Navarro, J. I. (2023). Estudio longitudinal sobre procesamiento de magnitudes simbólicas y no-simbólicas y su relación con la competencia matemática. *Revista de Psicodidáctica, 28*(1), 44–50. https://doi.org/10.1016/j.psicod.2022.07.003

Archibald, L. M. (2013). The language, working memory, and other cognitive demands of verbal tasks. *Topics in Language Disorders, 33*(3), 190–207. https://doi.org/10.1097/TLD.0b013e31829dd8af

Arias, O., Mizala, A., & Meneses, F. (2016). *Brecha de género en matemáticas. El sesgo de las pruebas*. https://conicyt.cl/gendersummit12/wp-content/uploads/2017/12/Oscar-Arias.pdf

Asare, B., Arthur, Y. D., & Al-hassan, A. M. (2025). Moderating effect of math anxiety and the mediating role of student self-efficacy on the nexus between cognitive awareness and student math performance. *Journal of Applied Research in Higher Education*. https://doi.org/10.1108/JARHE-07-2024-0365

Ashcraft, M. H., & Faust, M. W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. *Cognition & Emotion*, *8*(2), 97-125. https://doi.org/10.1080/02699939408408931

Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General, 130*(2), 224. https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224

Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current directions in psychological science*, *11*(5), 181-185. https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196

Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic bulletin & review*, *14*(2), 243-248. https://doi.org/10.3758/BF03194059

Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational assessment*, *27*(3), 197-205. https://doi.org/10.1177/0734282908330580

Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2012). Cognitive processes of numerical estimation in children. *Journal of experimental child psychology*, *111*(2), 246-267. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.08.005

Ashkenazi, S., Rosenberg-Lee, M., Metcalfe, A. W., Swigart, A. G., & Menon, V. (2013). Visuo–spatial working memory is an important source of domain-general vulnerability in the development of arithmetic cognition. *Neuropsychologia, 51*(11), 2305–2317. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.06.031

Atabek, O., Şavklıyıldız, A., Orhon, G., Colak, O. H., Özdemir, A., & Şenol, U. (2022). The effect of anxiety on mathematical thinking: An fMRI study on 12th-grade students. *Learning and Motivation, 77*, 101779. https://doi.org/10.1016/j.lmot.2021.101779

Alloway, T.P., Robinson, T., & Frankenstein, A.N. (2016). Educational Application of Working-Memory Training. In: Strobach, T., Karbach, J. (eds), Cognitive Training, *Springer*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42662-4_16

Alloway, T. P., & Passolunghi, M. C. (2011). The relationship between working memory, IQ, and mathematical skills in children. *Learning and Individual Differences*, *21*(1), 133-137. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.09.013

Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología, 29*(3), 1038–1059. https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511

Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2004). Maternal affection moderates the impact of psychological control on a child's mathematical performance. *Developmental Psychology*, *40*(6), 965. https://psycnet.apa.org/buy/2004-20098-006

Aunio, P., & Markku, N. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences, 20*(5), 427–435. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.06.003

Ayala, M. C., Strasser, K., Susperreguy, M. I., & Castillo, K. (2024). Socioeconomic gaps in specific mathematical skills at different ages in primary school. *Journal of Educational Psychology, 116*(5), 762. https://doi.org/10.1037/edu0000892

Ávila-Toscano, J. H., Rojas-Sandoval, Y., & Tovar-Ortega, T. (2020). Perfil del dominio afectivo en futuros maestros de matemáticas. *Revista de Psicología y Educación-Journal of Psychology and Education*, *15*(2), 225-236. https://doi.org/10.23923/rpye2020.02.197

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences, 4*(11), 417-423. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2

Baddeley, A. (2003). Memoria de trabajo: mirando hacia atrás y mirando hacia adelante. *Nature reviews neuroscience, 4*(10), 829-839. https://doi.org/10.1038/nrn1201

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2007). Working memory: Past, present… and future. *The cognitive neuroscience of working memory, 1.20. Oxford University Press.* 1-20. https://lnk.ink/8Vopb

Baddeley, A. (2017). *Exploring working memory: Selected works of Alan Baddeley.* Routledge. https://n9.cl/mu2hy

Baddeley, A. (2020). Working memory. *Memory,* 71-111. https://doi.org/10.4324/9780429449642

Bailey, D. H., Siegler, R. S., & Geary, D. C. (2014). Early predictors of middle school fraction knowledge. *Developmental science, 17*(5), 775-785. https://doi.org/10.1111/desc.12155

Bakker, M., Torbeyns, J., Wijns, N., Verschaffel, L., & De Smedt, B. (2019). Gender equality in four- to five-year-old preschoolers' early numerical competencies. Developmental Science, 22, e12718. https://doi.org/10.1111/desc.12718

Baroody, A. J., & Dowker, A. (Eds.). (2013). *The development of arithmetic concepts and skills: Constructive adaptive expertise.* Routledge. https://n9.cl/vt492

Baroody, A. J., Lai, M. L., & Mix, K. S. (2014). The development of young children's early number and operation sense and its implications for early childhood education. In *Handbook of research on the education of young children.* https://n9.cl/5rgls

Barth, H., Beckmann, L., & Spelke, E. S. (2008). Nonsymbolic, approximate arithmetic in children: abstract addition prior to instruction. *Developmental psychology, 44*(5), 1466. https://doi.org/10.1037/a0013046

Batchelor, S., Torbeyns, J., & Verschaffel, L. (2019). Affect and mathematics in young children: An introduction. *Educational Studies in Mathematics, 100,* 201-209. https://doi.org/10.1007/s10649-018-9864-x

Beilock, S. L., & Willingham, D. T. (2014). Math anxiety: Can teachers help students reduce it? ask the cognitive scientist. *American educator*, *38*(2), 28. https://eric.ed.gov/?id=EJ1043398

Bellon, E., Fias, W., & De Smedt, B. (2016). Are individual differences in arithmetic fact retrieval in children related to inhibition? *Frontiers in Psychology, 7,* 825. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00825

Bellon, E., Fias, W., & De Smedt, B. (2019). More than number sense: The additional role of executive functions and metacognition in arithmetic. *Journal of experimental child psychology, 182,* 38-60. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.01.012

Bermejo, V. (1996). Desarrollo de la cardinalidad y conteo. *Psicología del Desarrollo, 32*(2), 263. https://psycnet.apa.org/buy/1996-01722-007

Bernal-Ruiz, F., Duarte, D., Jorquera, F., Maturana, D., Reyes, C., & Santibáñez, E. (2022). Memoria de trabajo y planificación como predictores de las competencias matemáticas tempranas. *Suma Psicológica, 29*(2), 129-137. https://doi.org/10.14349/sumapsi.2022.v29.n2.5

Bernal-Ruiz, F., Aguad, A., Sagredo, M., Rojel, G., Riquelme, N., & Parra, F. (2023). Capacidad predictiva de la memoria de trabajo e inhibición en las competencias matemáticas tempranas. *Propósitos y Representaciones, 11*(2). http://dx.doi.org/10.20511/pyr2023.v11n2.1791

Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child development, 81*(6), 1641-1660. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x

Bharadwaj, P., De Giorgi, G., Hansen, D., & Neilson, C. A. (2016). The gender gap in mathematics: Evidence from Chile. *Economic Development and Cultural Change, 65*(1), 141-166. https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/687983

Blankson, A. N., & Blair, C. (2016). Cognition and classroom quality as predictors of math achievement in the kindergarten year. *Learning and Instruction, 41,* 32-40. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.09.004

Blums, A., Belsky, J., Grimm, K., & Chen, Z. (2017). Building Links Between Early Socioeconomic Status, Cognitive Ability, and Math and Science Achievement. *Journal of Cognition and Development, 18*(1), 16–40. https://doi.org/10.1080/15248372.2016.1228652

Bohórquez, L. F., Cabal, M. A., & Quijano, M. C. (2014). Verbal comprehension and reading in children with reading delay. *Pensamiento Psicológico, 12*(1), 169-182. https://doi.org/10.11144/Javerianacali.PPSI12-1.cvln

Bonny, J. W., & Lourenco, S. F. (2013). The approximate number system and its relation to early math achievement: Evidence from the preschool years. *Journal of experimental child psychology, 114*(3), 375-388. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.09.015

Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2006). Developmental and individual differences in pure numerical estimation. *Developmental psychology, 42*(1), 189. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0012-1649.41.6.189

Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2008). Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. *Child development, 79*(4), 1016-1031. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2008.01173.x

Booth, J. L., & Newton, K. J. (2012). Fractions: Could they really be the gatekeeper's doorman?. *Contemporary Educational Psychology*, *37*(4), 247-253. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.07.001

Bordón, P., Canals, C., & Mizala, A. (2020). The gender gap in college major choice in Chile. *Economics of Education Review, 77,* 102011. https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2020.102011

Braham, E. J., & Libertus, M. E. (2018). When approximate number acuity predicts math performance: The moderating role of math anxiety. *PloS one, 13*(5), e0195696. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195696

Brankaer, C., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2014). Children's mapping between non-symbolic and symbolic numerical magnitudes and its association with timed and untimed tests of mathematics achievement. *PloS one, 9*(4), e93565. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093565

Bresgi, L., Alexander, D. L. M., & Seabi, J. (2017). The predictive relationships between working memory skills within the spatial and verbal domains and mathematical performance of Grade 2 South African learners. *International Journal of Educational Research*, *81*, 1-10. Gloor

Brenlla, M. E., Aranguren, M., Rossaro, M. F., & Vázquez, N. (2010). Adaptación para Buenos Aires de la escala de autoeficacia general. *Interdisciplinaria, 27*(1), 77-94. https://n9.cl/a78ecm

Brenlla, M. E. (2013). Interpretación del WISC-IV: puntuaciones compuestas y modelos CHC. *Ciencias Psicológicas, 7*(2), 183-197. https://n9.cl/f3qpj

Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M. M., Rodríguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., ... & Lehtinen, E. (2019). Effects of a mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge. *Computers & Education, 128,* 63-74. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.011

Bugden, S., & Ansari, D. (2011). Individual differences in children's mathematical competence are related to the intentional but not automatic processing of Arabic numerals. *Cognition, 118*(1), 32-44. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.09.005

Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental neuropsychology*, *33*(3), 205-228. https://doi.org/10.1080/87565640801982312

Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child development perspectives, 8*(1), 36-41. https://doi.org/10.1111/cdep.12059

Buser, T., Niederle, M., & Oosterbeek, H. (2014). Gender, competitiveness, and career choices. *The quarterly journal of economics, 129*(3), 1409-1447. https://doi.org/10.1093/qje/qju009

Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of child psychology and psychiatry, 46*(1), 3-18. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x

Calleja, N., & Hernández-Pozo, M. D. R. (2009). Prueba Stroop computarizada de riesgo tabáquico para adolescentes. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta, 35*(2), 91-107. https://n9.cl/slk8z

Canto-López, M. D. C., Aguilar, M., García-Sedeño, M. A., Navarro, J. I., Aragón, E., Delgado, C., & Mera, C. (2021). Numerical estimation and mathematical learning methodology in preschoolers. *Psychological Reports, 124*(2), 438-458. https://doi.org/10.1177/00332941198928

Cansız, M., Ozbaylanlı, B., & Çolakoğlu, M. H. (2019). Impact of school type on student academic achievement. *Eğitim ve Bilim*, 275-314. https://doi.org/10.15390/eb.2019.7378

Cárcamo, C., Moreno, A., & Barrio, C. (2020). Diferencias de género en matemáticas y lengua: rendimiento académico, autoconcepto y expectativas. *Suma Psicológica, 27*(1), 27-34. https://doi.org/10.14349/sumapsi.2020.v27.n1.4

Cárdenas, E., Feria, M., Palacios, L., & De la Peña, F. (2010). *Guía clínica para los trastornos de ansiedad en niños y adolescentes*. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente y Secretaría de Salud. https://n9.cl/9pplib

Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szücs, D. (2016). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology, 6*, 1987. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01987

Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2017). The modified abbreviated math anxiety scale: A valid and reliable instrument for use with children. *Frontiers in Psychology, 8*, 11. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00011

Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. C. (2017). The interplay between affective and cognitive factors in shaping early proficiency in mathematics. *Trends in neuroscience and education, 8*, 28-36. https://doi.org/10.1016/j.tine.2017.10.002

Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. C. (2017). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of Grade 2 to Grade 3 children. *Cognition and Emotion*, *31*(4), 755-764. https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1147421

Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies* (No. 1). Cambridge University Press. https://n9.cl/7c8yi

Carroll, J. B. (1997). Psychometrics, intelligence, and public perception. *Intelligence, 24*(1), 25-52. https://doi.org/10.1016/S0160-2896(97)90012-X

Casabuena, L. N. (2017). El pensamiento matemático: una herramienta necesaria en la formación inicial de profesores de matemática. *Varona, 65*, 1-7. http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rVar/article/view/60

Casey, B. M., Dearing, E., Vasilyeva, M., Ganley, C. M., & Tine, M. (2011). Spatial and numerical predictors of measurement performance: The moderating effects of community income and gender. *Journal of Educational Psychology, 103*(2), 296. https://psycnet.apa.org/buy/2011-10421-003

Castro, D., & Reigosa, V. (2011). Calibrando la línea numérica mental: evidencias desde el desarrollo típico y atípico. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, 11*(1), 17-32. http://revistaneurociencias.com/index.php/RNNN/article/view/274

Castro, D., Amor, V., Gómez, D. M., & Dartnell, P. (2017). Contribución de los componentes de la memoria de trabajo a la eficiencia en aritmética básica durante la edad escolar. *Psykhe, 26*(2), 1-17. http://dx.doi.org/10.7764/psykhe.26.2.1141

Castro, D., Estévez, N., Gómez, D., & Dartnell, P. R. (2017). Reliability and validity of nonsymbolic and symbolic comparison tasks in school-aged children. *The Spanish Journal of Psychology, 20*, E75. https://doi.org/10.1017/sjp.2017.68

Castro, D., Dartnell, P., & Pérez, N. (2021). Exploring basic numerical capacities in children with difficulties in simple arithmetical achievement. *Suma Psicológica, 28*(1), 1-9. https://doi.org/10.14349/sumapsi.2021.v28.n1.1

Castro Cañizares, D., Kettlun Poblete, R., & Estévez Pérez, N. (2022). Contribution of attentional networks to basic arithmetic achievement in school-age children. *Psicología Educativa, 28*(2), 127-134. https://doi.org/10.5093/psed2021a20

Cattell, R. B. (1957). *Culture fair intelligence test, a measure of "g": Scale 3, forms A and B (high school pupils and adults of superior intelligence)*. Institute for Personality and Ability Testing.

Caviola, S., Colling, L. J., Mammarella, I. C., & Szűcs, D. (2020). Predictors of mathematics in primary school: Magnitude comparison, verbal and spatial working memory measures. *Developmental Science, 23*(6), e12957. https://doi.org/10.1111/desc.12957

Cerda, G. A., Pérez, C., & Ortega, R. (2014). Relationship between early mathematical competence, gender and social background in Chilean elementary school population. *Anales de Psicología, 30*(3), 1006-1013. https://doi.org/10.6018/analesps

Cerda, G., Pérez, C., & Chandía, E. (2021). Precursores de dominio específico y general del pensamiento matemático informal en preescolares chilenos. *Psychology, Society & Education, 13*(3), 93-105. https://doi.org/10.25115/psye.v13i3.3430

Cervini, R. A., Dari, N., & Quiroz, S. (2015). Género y rendimiento escolar en América Latina. Los datos del SERCE en matemática y lectura. *Revista Iberoamericana de Educación, 68*, 99-116. https://doi.org/10.35362/rie680206

Chamorro, M. del C. (2005). *Didáctica de las matemáticas para educación infantil*. Pearson Educación. https://n9.cl/iy7k

Chiatovich, T., & Stipek, D. (2016). Instructional approaches in kindergarten: What works for whom? *Elementary School Journal, 117*(1), 1–29. https://doi.org/10.1086/687751

Ching, B. H. H. (2017). Mathematics anxiety and working memory: Longitudinal associations with mathematical performance in Chinese children. *Contemporary Educational Psychology, 51*, 99–113. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.06.006

Clark, C. A., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology, 46*(5), 1176. https://doi.org/10.1037/a0019672

Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Early childhood mathematics learning. *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, 1*, 461-555. https://n9.cl/cuh0v

Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science, 333*(6045), 968-970. https://doi.org/10.1126/science.1204537

Clements, D. H., Sarama, J., & Germeroth, C. (2016). Learning executive function and early mathematics: Directions of causal relations. *Early Childhood Research Quarterly, 36*, 79-90. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.009

Cleary, T. J., & Kitsantas, A. (2017). Motivation and self-regulated learning influences on middle school mathematics achievement. *School Psychology Review, 46*(1), 88-107. https://n9.cl/h2wir

Clement, A., Moffat, A., & Pratt, J. (2020). Shifting attention does not influence numerical processing. *Attention, Perception, & Psychophysics, 82*(8), 3920-3930. https://doi.org/10.3758/s13414-020-02112-0

Colling, L. J., Szűcs, D., De Marco, D., Cipora, K., Ulrich, R., Nuerk, H. C., ... & Langton, S. R. (2020). A multilab registered replication of the attentional SNARC effect. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science, 3*(2), 143-162. https://doi.org/10.1177/2515245920903079

Corso, L. V. (2018). Working memory, number sense, and arithmetical performance. *Psicologia: Teoria e Prática, 20*(1), 141-154. https://doi.org/10.5935/1980-6906/psicologia.v20n1p155-167

Costa, H. M., Nicholson, B., Donlan, C., & Van Herwegen, J. (2018). Low performance on mathematical tasks in preschoolers: The importance of domain-general and domain-specific abilities. *Journal of Intellectual Disability Research, 62*(4), 292-302. https://doi.org/10.1111/jir.12465

Cochrane, A., Simmering, V., & Green, C. S. (2019). Fluid intelligence is related to capacity in memory as well as attention: Evidence from middle childhood and adulthood. *PLOS One, 14*(8), e0221353. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221353

Cowan, R., & Powell, D. (2014). The contributions of domain-general and numerical factors to third-grade arithmetic skills and mathematical learning disability. *Journal of educational psychology*, *106*(1), 214. https://doi.org/10.1037/a0034097

Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in Neuroscience and Education, 3*(2), 63-68. https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.12.001

Cragg, L. (2016). The development of stimulus and response interference control in midchildhood. *Developmental Psychology, 52*(2), 242. https://doi.org/10.1037/dev0000074

Criaud, M., & Boulinguez, P. (2013). Have we been asking the right questions when assessing response inhibition in go/no-go tasks with fMRI? A meta-analysis and critical review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 37*(1), 11-23. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.11.003

Cueli, M., Areces, D., McCaskey, U., Álvarez-García, D., & González-Castro, P. (2019). Mathematics competence level: The contribution of non-symbolic and spatial magnitude comparison skills. *Frontiers in Psychology, 10*, 465. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00465

Cueli, M., Areces, D., García, T., Rui, A., & González-Castro, P. (2020). Attention, inhibitory control and early mathematical skills in preschool students. *Psicothema, 32*, 237-244. https://doi.org/10.7334/psicothema2019.225

Cuder, A., Živković, M., Doz, E., Pellizzoni, S., & Passolunghi, M. C. (2023). The relationship between math anxiety and math performance: The moderating role of visuospatial working memory. *Journal of Experimental Child Psychology, 233*, 105688. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2023.105688

Da Rosa Piccolo, L., & Salles, J. F. (2013). Vocabulário e memória de trabalho predizem desempenho em leitura de crianças. *Revista Psicologia: Teoria e Prática, 15*(2), 180-191. https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/ptp/article/view/4576

Daucourt, M. C., Napoli, A. R., Quinn, J. M., Wood, S. G., & Hart, S. A. (2021). The home math environment and math achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 147*(6), 565-596. https://doi.org/10.1037/bul0000330

De Castro Hernández, C., & García, M. R. (2017). El aprendizaje del conteo y el recitado de la secuencia de palabras número: Articulando las matemáticas importantes con las imprescindibles. *Épsilon, (96)*, 81-100. https://thales.cica.es/epsilon/?q=node/4694

Decker, S. L., & Roberts, A. M. (2015). Specific cognitive predictors of early math problem solving. *Psychology in the Schools, 52*(5), 477-488. https://doi.org/10.1002/pits.21837

Dehaene, S. (1997). *The number sense*. Oxford University Press. https://n9.cl/4j8ax

Dehaene, S., & Marques, J. F. (2002). Cognitive euroscience: Scalar variability in price estimation and the cognitive consequences of switching to the euro. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 55*(3), 705-731. https://doi.org/10.1080/02724980244000044

Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., & Wilson, A. J. (2004). Arithmetic and the brain. *Current Opinion in Neurobiology, 14*(2), 218-224. https://doi.org/10.1016/j.conb.2004.03.008

Dehaene, S. (2005). Evolution of human cortical circuits for reading and arithmetic: The "neuronal recycling" hypothesis. In S. Dehaene, J. R. Duhamel, M. Hauser, & G. Rizzolatti (Eds.), *From monkey brain to human brain* (pp. 133-157). MIT Press. https://n9.cl/k191n8

Dehaene, S. (2009). Origins of mathematical intuitions: The case of arithmetic. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1156*(1), 232-259. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04469.x

Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics* (2nd ed.). OUP USA. https://n9.cl/c22xb

Dehaene, S., & Brannon, E. (Eds.). (2011). *Space, time and number in the brain: Searching for the foundations of mathematical thought*. Academic Press. https://psycnet.apa.org/record/2012-24629-000

Dehaene, S. (2019). *El cerebro matemático: Cómo nacen, viven y a veces mueren los números en nuestra mente*. Siglo XXI Editores. https://n9.cl/2ik9h

Deieso, D., & Fraser, B. J. (2019). Learning environment, attitudes and anxiety across the transition from primary to secondary school mathematics. *Learning Environments Research, 22*(1), 133-152. https://doi.org/10.1007/s10984-018-9261-5

De Smedt, B., Verschaffel, L., & Ghesquière, P. (2009). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*(4), 469-479. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.01.010

De Smedt, B., & Gilmore, C. K. (2011). Defective number module or impaired access? Numerical magnitude processing in first graders with mathematical difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*(2), 278-292. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.09.003

De Weerdt, F., Desoete, A., & Roeyers, H. (2013). Behavioral inhibition in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 34*(6), 1998-2007. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.02.020

Del Río, M. F., Strasser, K., & Susperreguy, M. I. (2016). ¿ Son las habilidades matemáticas un asunto de género?: Los estereotipos de género acerca de las matemáticas en niños y niñas de Kínder, sus familias y educadoras. *Calidad en la Educación*, (45), 20-53. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652016000200002

Del Río, M. F., Susperreguy, M. I., Strasser, K., & Salinas, V. (2017). Distinct influences of mothers and fathers on kindergartners' numeracy performance: The role of math anxiety, home numeracy practices, and numeracy expectations. *Early Education and Development, 28*(8), 939-955. https://doi.org/10.1080/10409289.2017.1331662

Del Río, M. F., Susperreguy, M. I., Salinas, V., Córdova, K., & Marín, A. (2022). El aprendizaje matemático en el hogar durante la pandemia de COVID-19 desde la perspectiva de las madres: Diferentes escenarios de acuerdo con el nivel socioeconómico. *Calidad en la educación, (57)*, 199-230. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-5652022000200199&script=sci_arttext

Demir, Ö. E., Prado, J., & Booth, J. R. (2015). Parental socioeconomic status and the neural basis of arithmetic: Differential relations to verbal and visuo-spatial representations. *Developmental Science, 18*(5), 799-814. https://doi.org/10.1111/desc.12268

Demir-Lira, Ö. E., Prado, J., & Booth, J. R. (2016). Neural correlates of math gains vary depending on parental socioeconomic status (SES). *Frontiers in Psychology, 7,* 892. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00892

Desoete, A., Stock, P., Schepens, A., Baeyens, D., & Roeyers, H. (2009). Classification, seriation, and counting in grades 1, 2, and 3 as two-year longitudinal predictors for low achieving in numerical facility and arithmetical achievement? *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*(3), 252-264. https://doi.org/10.1177/0734282908330588

Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerdt, F., & Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology, 82*(1), 64-81. https://doi.org/10.1348/2044-8279.002002

Diago, P. D., & Arnau, D. (2018). Una herramienta de análisis de los accesos al número propuestos en los libros de texto de infantil. *Épsilon, 99,* 65-74. https://n9.cl/h7l5r

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*(1), 135-168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical. In J. A. Griffin, P. McCardle, & L. S. Freund (Eds.), *Executive function in preschool-age children: Integrating measurement, neurodevelopment, and translational research* (pp. 11-43). APA. https://doi.org/10.1037/14797-002

Dietrich, J. F., Huber, S., Dackermann, T., Moeller, K., & Fischer, U. (2016). Place-value understanding in number line estimation predicts future arithmetic performance. *British Journal of Developmental Psychology*, *34*(4), 502-517. https://doi.org/10.1111/bjdp.12146

Dietrich, J. F., Huber, S., Klein, E., Willmes, K., Pixner, S., & Moeller, K. (2016). A systematic investigation of accuracy and response time based measures used to index ANS acuity. *PloS one*, *11*(9), e0163076. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163076

Dietrichson, J., Bøg, M., Filges, T., & Jørgensen, A.-M. (2017). Academic interventions for elementary and middle school students with low socioeconomic status: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research, 87*(2), 243-282. https://doi.org/10.3102/0034654316687036

Ditz, H. M., & Nieder, A. (2015). Neurons selective to the number of visual items in the corvid songbird endbrain. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 112*(25), 7827-7832. https://doi.org/10.1073/pnas.1504245112

Díaz, K., Ravest, J., & Queupil, J. P. (2019). Gender gap in university admission test in Chile: What is happening at the top and bottom of the test score distribution? *Pensamiento Educativo, 56*(1), 1-15. https://doi.org/10.7764/PEL.56.1.2019.5

Dodonova, Y. A., & Dodonov, Y. S. (2012). Processing speed and intelligence as predictors of school achievement: Mediation or unique contribution? *Intelligence, 40*(2), 163-171. https://doi.org/10.1016/j.intell.2012.01.003

Doebel, S., & Zelazo, P. D. (2015). A meta-analysis of the Dimensional Change Card Sort: Implications for developmental theories and the measurement of executive function in children. *Developmental Review, 38,* 241-268. https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.09.001

Domínguez Suraña, M. M., & Aguilar Villagrán, M. (2014). Estimación en la línea numérica y cálculo escrito y mental en alumnado de 4º y 5º de educación primaria. Universidad de Extremadura. http://hdl.handle.net/10662/15329

Donovan, C. (2021). Control inhibitorio y regulación emocional: características, diferencias y desarrollo en la etapa preescolar. *Journal of Neuroeducation, 1*(2), 37-42. https://doi.org/10.1344/joned.v1i2.32758

Dorneles, B. V., Duro, M. L., Rios, N. M. B., Nogues, C. P., & dos Santos Pereira, C. (2017, February). Number estimation in children: An assessment study with number line estimation and numerosity tasks. In *CERME 10*. https://hal.science/hal-01873479v1

Dowker, A. (2005). Early identification and intervention for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 38*(4), 324-332. https://doi.org/10.1177/00222194050380040801

Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology, 7,* 508. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508

Dowker, A. (2019). Mathematics anxiety and performance. In *Mathematics Anxiety* (pp. 62-76). Routledge. https://n9.cl/rdd4h

Doz, E., Cuder, A., Pellizzoni, S., Granello, F., & Passolunghi, M. C. (2024). The interplay between ego-resiliency, math anxiety and working memory in math achievement. *Psychological Research, 88*(8), 2401-2415. https://doi.org/10.1007/s00426-024-01995-0

Duncan, G. J., & Magnuson, K. (2012). Socioeconomic status and cognitive functioning: Moving from correlation to causation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, 3*(4), 377-386. https://doi.org/10.1002/wcs.1176

Dunphy, E., Dooley, T., Shiel, G., Butler, D., Corcoran, D., Ryan, M., & Perry, B. (2014). *Mathematics in early childhood and primary education (3-8 years): Definitions, theories, development and progression*. National Council for Curriculum and Assessment. https://acortar.link/NDdWF1

Dunn, K., Georgiou, G., & Das, J. P. (2020). The relationship of cognitive processes with reading and mathematics achievement in intellectually gifted children. *Roeper Review, 42*(2), 126-135. https://doi.org/10.1080/02783193.2020.1728803

Eduardo, P., Rafael, B., & Paula, G. (2016). *Universo de emociones* (2.a ed.). Valencia: PalauGea Comunicación S.L.

Edwards, E., Chu, K. L., & Carroll, A. (2024). Inhibitory control training for anxiety and math achievement in primary school children: Protocol for a proof-of-concept study. *JMIR Research Protocols, 13*(1), e52929. https://doi.org/10.2196/52929

Elliott, L., & Bachman, H. J. (2018). SES disparities in early math abilities: The contributions of parents' math cognitions, practices to support math, and math talk. *Developmental Review, 49,* 1–15. https://doi.org/10.1016/j.dr.2018.08.001

England, P., & Browne, I. (1992). Trends in women's economic status. *Sociological Perspectives, 35*(1), 17–51. https://doi.org/10.2307/1389367

Engel, P. M. J., Santos, F. H., & Gathercole, S. E. (2008). Are working memory measures free of socioeconomic influence?. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *51*(6), 1580-1587. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/07-0210

Escobar, J. P., Rosas-Díaz, R., Ceric, F., Aparicio, A., Arango, P., Arroyo, R., ... & Urzúa, D. (2018). The role of executive functions in the relation between socioeconomic level and the development of reading and maths skills. *Culture and Education, 30*(2), 368–392. https://doi.org/10.1080/11356405.2018.1462903

Esposito, A. G., Baker-Ward, L., & Mueller, S. T. (2013). Interference suppression vs. response inhibition: An explanation for the absence of a bilingual advantage in preschoolers' Stroop task performance. *Cognitive Development, 28*(4), 354–363. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2013.09.002

Esposito, L., Tonizzi, I., Usai, M. C., & Giofrè, D. (2025). Understanding the role of cognitive abilities and math anxiety in adolescent math achievement. *Journal of Intelligence, 13*(4), 44. https://doi.org/10.3390/jintelligence13040044

Espitia, A. C. S., Otálora, Y., & Osorio, H. T. (2022). Aprendizaje del conteo y los números naturales en preescolar: una revisión sistemática de la literatura. *Universitas Psychologica, 21,* 1–16. https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy21.acnn

Esquivel, I., Martínez, W., Córdoba, R., & Reyes, C. (2016). Memoria operativa y lectura comprensiva: medición con pruebas de amplitud lectora y tipo cloze en ámbitos preuniversitarios. *Apertura, 8*(2), 38–53. https://doi.org/10.18381/Ap.v8n2.919

Estévez-Pérez, N., Castro-Cañizares, D., Martínez-Montes, E., & Reigosa-Crespo, V. (2019). Numerical processing profiles in children with varying degrees of arithmetical achievement. *Acta Psychologica, 198,* 102849. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2019.05.001

Erturan, S., & Jansen, B. (2015). An investigation of boys' and girls' emotional experience of math, their math performance, and the relation between these variables. *European Journal of Psychology of Education, 30*(4), 421–435. https://doi.org/10.1007/s10212-015-0248-7

Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 136*(1), 103–127. https://doi.org/10.1037/a0018053

Espy, K. A. (2004). Using developmental, cognitive, and neuroscience approaches to understand executive control in young children. *Developmental Neuropsychology, 26*(1), 379–384. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_1

Eriksen, A. D., Olsen, A., & Sigmundsson, H. (2023). Exploring the relationships between visuospatial working memory, math, letter-sound knowledge, motor competence, and gender in first grade children: A correlational study. *Frontiers in Psychology, 13*, 981915. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.981915

Fazio, L. K., Bailey, D. H., Thompson, C. A., & Siegler, R. S. (2014). Relations of different types of numerical magnitude representations to each other and to mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 123*, 53–72. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.01.013

Fanari, R., Meloni, C., & Massidda, D. (2018). Visuospatial working memory and early math skills in first grade children. *International Association for Development of the Information Society*. https://eric.ed.gov/?id=ED600618

Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences, 8*, 307–314. https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.05.002

Felisatti, A., Ranzini, M., Blini, E., Lisi, M., & Zorzi, M. (2022). Effects of attentional shifts along the vertical axis on number processing: An eye-tracking study with optokinetic stimulation. *Cognition, 221*, 104991. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104991

Fischer, J., & Thierry, X. (2021). Are differences between social classes reduced by non-symbolic numerical tasks? Evidence from the ELFE cohort. *British Journal of Educational Psychology, 91*, 286–299. https://doi.org/10.1111/bjep.12363

Finke, S., Freudenthaler, H. H., & Landerl, K. (2020). Symbolic processing mediates the relation between non-symbolic processing and later. *Neuro-cognitive Architecture of Numerical Cognition and Its Development*, 54965. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00549

Floyd, R., Meisinger, E., Gregg, N., & Keith, T. (2012). An explanation of reading comprehension across development using models from Cattell–Horn–Carroll theory: Support for integrative models of reading. *Psychology in the Schools, 49*(8), 725–743. https://doi.org/10.1002/pits.21633

Formoso, J., Injoque-Ricle, I., Jacubovich, S., & Barreyro, J. P. (2017). Cálculo mental en niños y su relación con habilidades cognitivas. *Acta de Investigación Psicológica, 7*(3), 2766–2774. https://doi.org/10.1016/j.aipprr.2017.11.004

Fontana, M., Usai, M. C., Toffalini, E., & Passolunghi, M. C. (2021). Meta-analysis on inhibition from childhood to young adulthood in people with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities, 109*, 103838. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103838

Friso-Van den Bos, I., Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review, 10*, 29–44. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.003

Friso-van den Bos, I., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2014). Number sense in kindergarten children: Factor structure and working memory predictors. *Learning and Individual Differences*, *33*, 23-29. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.05.003

Friso-van den Bos, I., Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E., Xenidou-Dervou, I., Jonkman, L. M., Van der Schoot, M., & Van Lieshout, E. C. (2015). Longitudinal development of number line estimation and mathematics performance in primary school children. *Journal of Experimental Child Psychology, 134*, 12–29. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.02.002

Fritz, A., Haase, V. G., & Räsänen, P. (2019). *International handbook of mathematical learning difficulties*. Cham, Switzerland: Springer. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-97148-3.pdf

Fuchs, L. S., Geary, D. C., Compton, D. L., Fuchs, D., Hamlett, C. L., Seethaler, P. M., … & Schatschneider, C. (2010). Do different types of school mathematics development depend on different constellations of numerical versus general cognitive abilities?. *Developmental Psychology, 46*(6), 1731. https://doi.org/10.1037/a0020662

Fuhs, M. W., & McNeil, N. M. (2013). ANS acuity and mathematics ability in preschoolers from low-income homes: Contributions of inhibitory control. *Developmental Science, 16*(1), 136–148. https://doi.org/10.1111/desc.12013

Fung, W., & Swanson, H. L. (2017). Working memory components that predict word problem solving: Is it merely a function of reading, calculation, and fluid intelligence?. *Memory & Cognition, 45*(5), 804–823. https://doi.org/10.3758/s13421-017-0697-0

Fuson, K. C., & Fuson, A. M. (1992). Instruction supporting children's counting on for addition and counting up for subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education, 23*(1), 72–78. https://doi.org/10.5951/jresematheduc.23.1.0072

Gandolfi, E., Viterbori, P., Traverso, L., & Usai, M. C. (2014). Inhibitory processes in toddlers: a latent-variable approach. *Frontiers in Psychology, 5*, 381. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00381

Gándara, F., & Silva, M. (2016). Understanding the gender gap in science and engineering: Evidence from the Chilean college admissions tests. *International Journal of Science and Mathematics Education, 14*(6), 1079-1092. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9637-2

García De Magalhaes-calvet, B., Susperreguy, M. I., del Río, M. F., & Salinas, V. (2022). Ambiente matemático de niños y niñas chilenos: Factores que explican las actividades matemáticas en el hogar. *Revista Latinoamericana de Psicología, 54*, 33-42. https://doi.org/10.14349/rlp.2022.v54.4

Garon-Carrier, G., Boivin, M., Lemelin, J. P., Kovas, Y., Parent, S., Seguin, J. R., ... & Dionne, G. (2018). Early developmental trajectories of number knowledge and math achievement from 4 to 10 years: Low-persistent profile and early-life predictors. *Journal of School Psychology, 68*, 84-98. https://doi.org/10.1016/j.jsp.2018.02.004

Gashaj, V., Oberer, N., Mast, F. W., & Roebers, C. M. (2019). The relation between executive functions, fine motor skills, and basic numerical skills and their relevance for later mathematics achievement. *Early Education and Development, 30*(7), 913-926. https://doi.org/10.1080/10409289.2018.1539556

Gatherscole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A. M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology, 93*(3), 265-281. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.08.003

Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., & DeSoto, M. C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology, 88*(2), 121-151. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.03.002

Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development, 78*(4), 1343-1359. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x

Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Byrd-Craven, J. (2008). Development of number line representations in children with mathematical learning disability. *Developmental Neuropsychology, 33*(3), 277-299. https://doi.org/10.1080/87565640801982361

Geary, D. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology, 47*(6), 1539. https://psycnet.apa.org/buy/2011-21763-001

Geary, D., Hoard, M., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2012). Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: a five-year prospective study. *Journal of Educational Psychology, 104*(1), 206. https://psycnet.apa.org/buy/2011-20597-001

Geary, D., Hoard, M., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2013). Adolescents' functional numeracy is predicted by their school entry number system knowledge. *PloS One, 8*(1), e54651. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054651

Geary, D., Nicholas, A., Li, Y., & Sun, J. (2017). Developmental change in the influence of domain-general abilities and domain-specific knowledge on mathematics achievement: An eight-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology, 109*(5), 680. https://doi.org/10.1037/edu0000159

Geary, D. (2018). Growth of symbolic number knowledge accelerates after children understand cardinality. *Cognition, 177*, 69-78. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.04.002

Gellman, R., & Gallistel, C. R. (1986). *The child's understanding of number*. Harvard University Press. https://psycnet.apa.org/record/1986-97748-000

Gallistel, C. R., & Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition, 44*(1-2), 43-74. https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90050-R

Gelmore, C. K., McCarthy, S. E., & Spelke, E. S. (2007). Symbolic arithmetic knowledge without instruction. *Nature, 447*(7144), 589-591. https://doi.org/10.1038/nature05850

Gilmore, C. K., McCarthy, S. E., & Spelke, E. S. (2010). Non-symbolic arithmetic abilities and mathematics achievement in the first year of formal schooling. *Cognition, 115*(3), 394-406. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.02.002

Gilmore, C., Attridge, N., Clayton, S., Cragg, L., Johnson, S., Marlow, N., ... & Inglis, M. (2013). Individual differences in inhibitory control, not non-verbal number acuity, correlate with mathematics achievement. *PloS One, 8*(6), e67374. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067374

Gilmore, C., Keeble, S., Richardson, S., & Cragg, L. (2015). The role of cognitive inhibition in different components of arithmetic. *ZDM, 47*(5), 771-782. https://doi.org/10.1007/s11858-014-0659-y

Ginsburg, H., Baroody, A. J., del Río, M. C. N., & Guerra, I. L. (2007). Tema-3: test de competencia matemática básica. TEA Ediciones. https://www.hogrefe-tea.com/public/catalogo/producto/tema-3-test-de-competencia-matematica-basica-3

Giofrè, D., Mammarella, I. C., Ronconi, L., & Cornoldi, C. (2013). Visuospatial working memory in intuitive geometry, and in academic achievement in geometry. *Learning and Individual Differences, 23*, 114-122. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.09.012

Giofrè, D., Allen, K., Toffalini, E., & Caviola, S. (2022). The impasse on gender differences in intelligence: A meta-analysis on WISC batteries. *Educational Psychology Review, 34*(4), 2543-2568. https://doi.org/10.1007/s10648-022-09705-1

Golden, C. (2020)Test de colores y palabras, Edición revisada. *TEA Madrid, Spain*. https://n9.cl/cdk29h

González-Castro, P., Rodríguez, C., Cueli, M., Cabeza, L., & Álvarez, L. (2014). Math competence and executive control skills in students with attention deficit/hyperactivity disorder and mathematics learning disabilities. *Revista de Psicodidáctica, 19*(1), 125-143. https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.7510

González, J., & Gómez, S. (2019). Variables asociadas al logro educativo en tiempos de evaluación estandarizada: un esbozo conceptual. *Emerging Trends in Education, 30*(69), 2. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9493121

González-Nieves, S., Fernández-Morales, F. H., & Duarte, J. E. (2018). Efecto del entrenamiento de memoria de trabajo y mindfulness en la capacidad de memoria de trabajo y el desempeño matemático en niños de segundo grado. *Revista mexicana de investigación educativa*, *23*(78), 841-859. https://n9.cl/5wfac

Gullick, M. M., Sprute, L. A., & Temple, E. (2011). Individual differences in working memory, nonverbal IQ, and mathematics achievement and brain mechanisms associated with symbolic and nonsymbolic number processing. *Learning and Individual Differences, 21*(6), 644-654. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.10.003

Gunderson, E. A., Ramirez, G., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2012). The role of parents and teachers in the development of gender-related math attitudes. *Sex Roles, 66*, 153-166. https://doi.org/10.1007/s11199-011-9996-2

Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2018). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development, 19*(1), 21-46. https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1421538

Guzmán, B., Rodríguez, C., Sepúlveda, F., & Ferreira, R. A. (2019). Sentido numérico, memoria de trabajo y RAN: una aproximación longitudinal al desarrollo típico y atípico de niños chilenos. *Revista de Psicodidáctica, 24*(1), 62-70. https://doi.org/10.1016/j.psicod.2018.11.002

Guzmán, B., Rodríguez, C., Ferreira, R. A., & Hernández-Cabrera, J. A. (2021). Psychometric properties of the revised child mathematics anxiety questionnaire (CMAQ-R) for Spanish speaking children. *Psicología Educativa, 27*(2), 115-122. https://doi.org/10.5093/psed2020a17

Guzmán, B., Rodríguez, C., & Ferreira, R. A. (2021). Longitudinal performance in basic numerical skills mediates the relationship between socio-economic status and mathematics anxiety: Evidence from Chile. *Frontiers in Psychology, 11*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.611395

Guzmán, J., Villagrán, A., Sedeño, G., Jiménez, M., Consejero, M., & Cuevas, A. (2010). Diferencias en habilidades matemáticas tempranas en niños y niñas de 4 a 8 años. *Revista Española de Pedagogía*, 85-98. https://www.jstor.org/stable/23766274

Gloor, N., Leuenberger, D., & Moser Opitz, E. (2021, September). Disentangling the effects of SFON (spontaneous focusing on numerosity) and symbolic number skills on the mathematical achievement of first graders. A longitudinal study. In *Frontiers in Education, 6*, 629201. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.629201

Green, C. T., Bunge, S. A., Chiongbian, V. B., Barrow, M., & Ferrer, E. (2017). Fluid reasoning predicts future mathematical performance among children and adolescents. *Journal of Experimental Child Psychology, 157*, 125-143. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.12.005

Griffin, S., & Case, R. (1996). Number worlds: Kindergarten level. Durham, NH: Number Worlds Alliance. https://doi.org/10.5951/TCM.9.6.0306

Habermann, S. (2018). Pre-school predictors of early arithmetic skills: a two year longitudinal study (Doctoral dissertation, UCL, University College London). https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10041305/

Hackman, D. A., Betancourt, L. M., Gallop, R., Romer, D., Brodsky, N. L., Hurt, H., & Farah, M. J. (2014). Mapping the trajectory of socioeconomic disparity in working memory: Parental and neighborhood factors. *Child Development, 85*(4), 1433-1445. https://doi.org/10.1111/cdev.12242

Haase, V. G., Julio-Costa, A., Pinheiro-Chagas, P., Oliveira, L. D. F. S., Micheli, L. R., & Wood, G. (2012). Math self-assessment, but not negative feelings, predicts mathematics performance of elementary school children. *Child Development Research, 2012*(1), 982672. https://doi.org/10.1155/2012/982672

Halberda, J., Lya, R., Wilmer, J. B., Naiman, D. Q., & Germine, L. (2012). Number sense across the lifespan as revealed by a massive internet-based sample. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 109*(28), 11116–11120. https://doi.org/10.1073/pnas.1200196109

Hakimzadeh, R., Moghadamzadeh, A., & Amiri, M. (2017). Predicting the students' performance in mathematics based on mathematics self-efficacy and mathematics study skills: The moderating role of gender. *Educational Measurement and Evaluation Studies, 7*(19), 105-126. https://jresearch.sanjesh.org/article_28352.html

Hansen, N., Jordan, N. C., Fernandez, E., Siegler, R. S., Fuchs, L., Gersten, R., & Micklos, D. (2015). General and math-specific predictors of sixth-graders' knowledge of fractions. *Cognitive Development, 35*, 34-49. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2015.02.001

Harris, D., Resnick, I., Logan, T., & Lowrie, T. (2025). Pathways from spatial skills to mathematics: The roles of gender and fluid reasoning. *Developmental Science, 28*(2), e13602. https://doi.org/10.1111/desc.13602

Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation and conditional process analysis: Regression-based approach*. The Guilford Press. https://library.wur.nl/WebQuery/titel/2063623

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education, 21*(1), 33-46. https://doi.org/10.5951/jresematheduc.21.1.0033

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2006). Análisis de los datos cuantitativos. *Metodología de la investigación, 6*, 270-335. https://n9.cl/vesxc

Hernández-Suárez, C. A., Méndez-Umaña, J. P., & Jaimes-Contreras, L. A. (2021). Memoria de trabajo y habilidades matemáticas en estudiantes de educación básica. *Revista Científica, (40)*, 63-73. https://doi.org/10.14483/23448350.15400

Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. https://doi.org/10.4324/9780203063538

Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., & Szűcs, D. (2016). Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences, 48*, 45-53. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.006

Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology, 26*(3), 339-366. https://doi.org/10.1080/01443410500341056

Holloway, I. D., & Ansari, D. (2009). Mapping numerical magnitudes onto symbols: The numerical distance effect and individual differences in children's mathematics achievement. *Journal of experimental child psychology*, *103*(1), 17-29. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.04.001

Hoffman, B. (2010). "I think I can, but I'm afraid to try": The role of self-efficacy beliefs and mathematics anxiety in mathematics problem-solving efficiency. *Learning and Individual Differences, 20*(3), 276-283. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.02.001

Hornung, C., Schiltz, C., Brunner, M., & Martin, R. (2014). Predicting first-grade mathematics achievement: The contributions of domain-general cognitive abilities, nonverbal number sense, and early number competence. *Frontiers in Psychology, 5*, 272. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00272

Hubbard, E. M., Piazza, M., Pinel, P., & Dehaene, S. (2005). Interactions between number and space in parietal cortex. *Nature Reviews Neuroscience, 6*(6), 435-448. https://doi.org/10.1038/nrn1684

Hung, C. M., Huang, I., & Hwang, G. J. (2014). Effects of digital game-based learning on students' self-efficacy, motivation, anxiety, and achievements in learning mathematics. *Journal of Computers in Education, 1*, 151-166. https://doi.org/10.1007/s40692-014-0008-8

Hussein, M. H., Ow, S. H., Elaish, M. M., & Jensen, E. O. (2022). Digital game-based learning in K-12 mathematics education: A systematic literature review. *Education and Information*

Technologies, 27(2), 2859-2891. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10721-x

Hutchison, J. E., Lyons, I. M., & Ansari, D. (2019). More similar than different: Gender differences in children's basic numerical skills are the exception not the rule. *Child development*, *90*(1), e66-e79. https://doi.org/10.1111/cdev.13044

Hyde, J. S., Lindberg, S. M., Linn, M. C., Ellis, A. B., & Williams, C. C. (2008). Gender similarities characterize math performance. *Science, 321*(5888), 494-495. https://doi.org/10.1126/science.1160364

Hyde, J. S. (2014). Gender similarities and differences. *Annual review of psychology*, *65*(1), 373-398. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115057

Iglesias-Sarmiento, V., Gil, S. A., Rodríguez, Á. C., & Deaño, M. D. (2014). Predictores del rendimiento aritmético en 4º de Educación Primaria. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, *3*(1), 223-232. https://n9.cl/t8qgm

Inglis, M., & Gilmore, C. (2014). Indexing the approximate number system. *Acta psychologica*, *145*, 147-155. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.11.009

Introzzi, I., Canet-Juric, L., Montes, S., López, S., & Mascarello, G. (2015). Inhibitory processes and cognitive flexibility: evidence for the theory of attentional inertia. *International Journal of Psychological Research*, *8*(2), 61-75. https://doi.org/10.21500/20112084.1510

Izard, V., & Dehaene, S. (2008). Calibrating the mental number line. *Cognition*, *106*(3), 1221-1247. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.06.004

Izard, V., Sann, C., Spelke, E. S., & Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(25), 10382-10385. https://doi.org/10.1073/pnas.0812142106

Jadue, G. (2001). Algunos efectos de la ansiedad en el rendimiento escolar. Estudios pedagógicos, 27, 111-118. https://doi.org/10.4067/S0718-07052001000100008

James-Brabham, E. (2022). *How do Socioeconomic Attainment Gaps in Early Mathematical Ability Arise? An Exploration into the Home Environment, Executive Functions, and Verbal Ability* (Doctoral dissertation, University of Sheffield). https://etheses.whiterose.ac.uk/id/eprint/31059/

James-Brabham, E., Loveridge, T., Sella, F., Wakeling, P., Carroll, D. J., & Blakey, E. (2023). How do socioeconomic attainment gaps in early mathematical ability arise?. *Child* *development*, *94*(6), 1550-1565. https://doi.org/10.1111/cdev.13947

Johansson, B. S. (2005). Number-word sequence skill and arithmetic performance. *Scandinavian Journal of Psychology*, *46*(2), 157-167. https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2005.00445.x

Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and individual differences*, *20*(2), 82-88. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.07.004

Jorge, M. L. M. (2012). The believue intelligence tests (Wechsler, 1939):¿ una medida de la inteligencia como capacidad de adapación?. *Revista de Historia de la Psicología*, *33*(3), 49-66. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5450370

Jorgensen, R. (2020). *Teaching mathematics in primary schools: Principles for effective practice*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003117759

Justicia-Galiano, M. J., Martín-Puga, M. E., Linares, R., & Pelegrina, S. (2017). Math anxiety and math performance in children: The mediating roles of working memory and math self-concept. *British Journal of Educational Psychology*, *87*(4), 573-589. https://doi.org/10.1111/bjep.12165

Judd, N., Sauce, B., & Klingberg, T. (2022). Schooling substantially improves intelligence, but neither lessens nor widens the impacts of socioeconomics and genetics. *npj Science of Learning*, *7*(1), 33. https://doi.org/10.1038/s41539-022-00148-5

Karagiannakis, G., Baccaglini-Frank, A., & Papadatos, Y. (2014). Mathematical learning difficulties subtypes classification. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 57. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00057

Kalaycioglu, D. B. (2015). The influence of socioeconomic status, self-efficacy, and anxiety on mathematics achievement in England, Greece, Hong Kong, the Netherlands, Turkey, and the USA. *Educational Sciences: Theory and Practice, 15*(5), 1391-1401. https://eric.ed.gov/?id=EJ1101308

Kaufman, A. S., Raiford, S. E., & Coalson, D. L. (2015). *Intelligent testing with the WISC-V*. John Wiley & Sons. https://n9.cl/t7k02

Kersey, A. J., Braham, E. J., Csumitta, K. D., Libertus, M. E., & Cantlon, J. F. (2018). No intrinsic gender differences in children's earliest numerical abilities. *Science of Learning, 3*(1). https://doi.org/10.1038/s41539-018-0028-712

Kilpatrick, J. (2001). Understanding mathematical literacy: The contribution of research. *Educational Studies in Mathematics, 47*(1), 101-116. https://doi.org/10.1023/A:1017973827514

King, T., McKean, C., Rush, R., Westrupp, E. M., Mensah, F. K., Reilly, S., & Law, J. (2017). Acquisition of maternal education and its relation to single-word reading in middle childhood: An analysis of the Millennium Cohort Study. *Merrill-Palmer Quarterly, 63*(2), 181-209. https://doi.org/10.13110/merrpalmquar1982.63.2.0181

Kloo, D., & Perner, J. (2005). Disentangling dimensions in the dimensional change card-sorting task. *Developmental Science, 8*(1), 44-56. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00392.x

Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. M. (2013). Early numerical development and the role of non-symbolic and symbolic skills. *Learning and Instruction, 25*, 95–103. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.12.001

Kolkman, M. E., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. (2014). Involvement of working memory in longitudinal development of number–magnitude skills. *Infant and Child Development*, *23*(1), 36-50. https://doi.org/10.1002/icd.1834

Koponen, T., Aunola, K., Ahonen, T., & Nurmi, J. E. (2007). Cognitive predictors of single-digit and procedural calculation skills and their covariation with reading skill. *Journal of Experimental Child Psychology, 97*(3), 220-241. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.03.001

Koponen, T., Salmi, P., Eklund, K., & Aro, T. (2013). Counting and RAN: Predictors of arithmetic calculation and reading fluency. *Journal of Educational Psychology, 105*(1), 162. https://psycnet.apa.org/buy/2012-19853-001

Koponen, T., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2019). Verbal counting skill predicts later math performance and difficulties in middle school. *Contemporary Educational Psychology, 59*, 101803. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101803

Krapohl, E., Rimfeld, K., Shakeshaft, N. G., Trzaskowski, M., McMillan, A., Pingault, J. B., ... & Plomin, R. (2014). The high heritability of educational achievement reflects many genetically influenced traits, not just intelligence. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(42), 15273-15278. https://doi.org/10.1073/pnas.1408777111

Kucian, K., McCaskey, U., von Aster, M., & O'Gorman Tuura, R. (2018). Development of a possible general magnitude system for number and space. *Frontiers in Psychology, 9*, 2221.

https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02221

Knops, A. (2017). Probing the neural correlates of number processing. *The Neuroscientist, 23*(3), 264-274. https://doi.org/10.1177/1073858416650153

Lakoff, G., & Núñez, R. (2000). Where mathematics comes from (Vol. 6, p. 489). Basic Books. https://n9.cl/d2qf7e

Landry, O., Al-Taie, S., & Franklin, A. (2017). 3-year-olds' perseveration on the DCCS explained: A meta-analysis. *Journal of Cognition and Development, 18*(4), 419-440. https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1345910

Langensee, L., Rumetshofer, T., & Mårtensson, J. (2024). Interplay of socioeconomic status, cognition, and school performance in the ABCD sample. *Science of Learning, 9*(1), 17. https://doi.org/10.1038/s41539-024-00233-x

Laski, E. V., & Yu, Q. (2014). Number line estimation and mental addition: Examining the potential roles of language and education. *Journal of Experimental Child Psychology*, *117*, 29-44. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.08.007

Latzman, R. D., Elkovitch, N., Young, J., & Clark, L. A. (2010). The contribution of executive functioning to academic achievement among male adolescents. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 32*(5), 455-462. https://doi.org/10.1080/13803390903164363

Lawson, G. M., & Farah, M. J. (2017). Executive function as a mediator between SES and academic achievement throughout childhood. *International Journal of Behavioral Development, 41*(1), 94-104. https://doi.org/10.1177/0165025415603489

Lee, K., & Bull, R. (2016). Developmental changes in working memory, updating, and math achievement. *Journal of Educational Psychology, 108*(6), 869. https://doi.org/10.1037/edu0000090

Lee, K., & Cho, S. (2018). Magnitude processing and complex calculation is negatively impacted by mathematics anxiety while retrieval-based simple calculation is not. *International Journal of Psychology*, *53*(4), 321-329. https://doi.org/10.1002/ijop.12412

LeFevre, J. A., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Sargla, E., Arnup, J. S., ... & Kamawar, D. (2006). What counts as knowing? The development of conceptual and procedural knowledge of counting from kindergarten through Grade 2. *Journal of*

Experimental Child Psychology, 93(4), 285-303. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.11.002

LeFevre, J. A., Berrigan, L., Vendetti, C., Kamawar, D., Bisanz, J., Skwarchuk, S. L., & Smith-Chant, B. L. (2013). The role of executive attention in the acquisition of mathematical skills for children in Grades 2 through 4. *Journal of Experimental Child Psychology, 114*(2), 243-261. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.10.005

Leibovich, T., & Ansari, D. (2016). The symbol-grounding problem in numerical cognition: A review of theory, evidence, and outstanding questions. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale, 70*(1), 12. https://doi.org/10.1037/cep0000070

Lemaire, P., & Lecacheur, M. (2011). Age-related changes in children's executive functions and strategy selection: A study in computational estimation. *Cognitive Development, 26*(3), 282-294. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2011.01.002

Ley General de Educación. (2009). Ley 20370. In Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Ministerio de Educación. https://www.bibliotecadigital.mineduc.cl

Li, Y., Zhang, M., Chen, Y., Zhu, X., Deng, Z., & Yan, S. (2017). Children’s non-symbolic, symbolic addition and their mapping capacity at 4–7 years old. *Frontiers in Psychology, 8*, 1203. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01203

Li, M., Zhang, Y., Liu, H., & Hao, Y. (2018). Gender differences in mathematics achievement in Beijing: A meta-analysis. *British Journal of Educational Psychology, 88*(4), 566-583. https://doi.org/10.1111/bjep.12203

Li, Y., Zhang, M., Chen, Y., Deng, Z., Zhu, X., & Yan, S. (2018). Children’s non-symbolic and symbolic numerical representations and their associations with mathematical ability. *Frontiers in Psychology, 9*, 1035. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01035

Liang, Z., Dong, P., Zhou, Y., Feng, S., & Zhang, Q. (2022). Whether verbal and visuospatial working memory play different roles in pupil’s mathematical abilities. *British Journal of Educational Psychology*, *92*(2), 409-424. https://doi.org/10.1111/bjep.12454

Libertus, M. E., & Brannon, E. M. (2010). Stable individual differences in number discrimination in infancy. *Developmental Science, 13*(6), 900-906. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00948.x

Libertus, M. E., Odic, D., & Halberda, J. (2012). Intuitive sense of number correlates with math scores on college-entrance examination. *Acta Psychologica, 141*(3), 373-379. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.09.009

Libertus, M. E., Feigenson, L., & Halberda, J. (2013). Numerical approximation abilities correlate with and predict informal but not formal mathematics abilities. *Journal of Experimental Child Psychology, 116*(4), 829-838. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.08.003

Libertus, M. E. (2015). The role of intuitive approximation skills for school math abilities. *Mind, Brain, and Education, 9*(2), 112-120. https://doi.org/10.1111/mbe.12072

Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L., & Linn, M. C. (2010). New trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin, 136*(6), 1123. https://psycnet.apa.org/buy/2010-22162-004

Linder, S. M., & Emerson, A. (2019). Increasing family mathematics play interactions through a take-home math bag intervention. *Journal of Research in Childhood Education, 33*(3), 323-344. https://doi.org/10.1080/02568543.2019.1608335

Lindskog, M., Winman, A., Juslin, P., & Poom, L. (2013). Measuring acuity of the approximate number system reliably and validly: The evaluation of an adaptive test procedure. *Frontiers in Psychology, 4*, 510. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00510

Lindskog, M., Winman, A., & Poom, L. (2017). Individual differences in nonverbal number skills predict math anxiety. *Cognition, 159*, 156-162. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.11.014

Link, T., Huber, S., Nuerk, H. C., & Moeller, K. (2014). Unbounding the mental number line—New evidence on children's spatial representation of numbers. *Frontiers in psychology*, *4*, 1021. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.01021

Lin, X., & Powell, S. R. (2021). Examining the relation between whole numbers and fractions: A meta-analytic structural equation modeling approach. *Contemporary Educational Psychology, 67*, 102017. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.102017

Lipina, S., Segretin, S., Hermida, J., Prats, L., Fracchia, C., Camelo, J. L., & Colombo, J. (2013). Linking childhood poverty and cognition: Environmental mediators of non-verbal executive control in an Argentine sample. *Developmental Science, 16*(5), 697-707. https://doi.org/10.1111/desc.12080

Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2003). Origins of number sense: Large-number discrimination in human infants. *Psychological Science, 14*(5), 396-401. https://doi.org/10.1111/1467-9280.01453

Liu, J., Peng, P., Zhao, B., & Luo, L. (2022). Socioeconomic status and academic achievement in primary and secondary education: A meta-analytic review. *Educational Psychology Review, 34*(4), 2867-2896. https://doi.org/10.1007/s10648-022-09689-y

López, M. (2011). Memoria de trabajo y aprendizaje: aportes de la Neuropsicología. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology, 5*(1). https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-41232011000100003

Lourenco, S., & Bonny, J. (2017). Representations of numerical and non-numerical magnitude both contribute to mathematical competence in children. *Developmental Science, 20*, 12418. https://doi.org/10.1111/desc.12418

Lourenco, S., Bonny, J., Fernandez, E., & Rao, S. (2012). Nonsymbolic number and cumulative area representations contribute shared and unique variance to symbolic math competence. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 109,* 18737–18742. https://doi.org/10.1073/pnas.1207212109

Lukowski, S. L., Rosenberg-Lee, M., Thompson, L. A., Hart, S. A., Willcutt, E. G., Olson, R. K., … Pennington, B. F. (2017). Approximate number sense shares etiological overlap with mathematics and general cognitive ability. *Intelligence, 65*, 67–74. https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.08.005

Lyu, M., Li, W., & Xie, Y. (2019). The influences of family background and structural factors on children's academic performances: A cross-country comparative study. *Chinese Journal of Sociology, 5*(2), 173–192. https://doi.org/10.1177/2057150X19837908

Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2011). Numerical ordering ability mediates the relation between number-sense and arithmetic competence. *Cognition, 121*(2), 256-261. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.07.009

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

Ma, X. (1999). A meta-analysis of the relationship between anxiety toward mathematics and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education, 30*(5), 520-540. https://doi.org/10.2307/749772

Magalhães, S., Carneiro, L., Limpo, T., & Filipe, M. (2020). Executive functions predict literacy and mathematics achievements: The unique contribution of cognitive flexibility in grades 2, 4, and 6. *Child Neuropsychology, 26*(7), 934-952. https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1740188

Maloney, E. A., Ansari, D., & Fugelsang, J. A. (2011). Rapid communication: The effect of mathematics anxiety on the processing of numerical magnitude. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *64*(1), 10-16. https://doi.org/10.1080/17470218.2010.533278

Maloney, E. A., Sattizahn, J. R., & Beilock, S. L. (2014). Anxiety and cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, *5*(4), 403-411. https://doi.org/10.1002/wcs.1299

Mammarella, I. C. (2008). La Memoria di Lavoro Visuo-Spaziale: una rassegna di studi recenti. *Giornale Italiano di Psicologia, 35*(3), 509-540. https://doi.org/10.1421/27930

Mammarella, I. C. (2017). Mathematics Anxiety, Working Memory, and Mathematics Performance in Secondary-School. *Mathematical and Statistics Anxiety: Educational, Social, Developmental and Cognitive Perspectives*, 73. https://n9.cl/6yxgy

Mammarella, I. C., Caviola, S., Giofrè, D., & Szűcs, D. (2018). The underlying structure of visuospatial working memory in children with mathematical learning disability. *British Journal of Developmental Psychology, 36*(2), 220-235. https://doi.org/10.1111/bjdp.12202

Mammarella, I. C., Caviola, S., & Dowker, A. (Eds.). (2019). Mathematics anxiety: What is known, and what is still missing. *Routledge.* https://n9.cl/lcubev

Mamani-Benito, O., Apaza Tarqui, E. E., Carranza Esteban, R. F., Rodriguez-Alarcon, J. F., & Mejía, C. R. (2021). Perceived job insecurity in employment due to the impact of covid-19: Validation of an instrument on Peruvian workers (labor-pe-covid-19). *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo, 29*(3), 184-193. http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182020000600719

Manfra, L., Dinehart, L. H. B., & Senbiante, S. F. (2012). Assosiations between counting ability in preschool and mathematic performance in first grade among a sample of ethical diverse, low-income children. *Journal of Research in Childhood Education, 28*, 101–114. https://doi.org/10.1080/02568543.2013.850129

Marchionni, M., Gasparini, L., & Edo, M. (2019). Brechas de género en América Latina. Un estado de situación. CAF. https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1401

Martin-Rhee, M. M., & Bialystok, E. (2008). The development of two types of inhibitory control in monolingual and bilingual children. *Bilingualism: Language and Cognition, 11*(1), 81-93. https://doi.org/10.1017/S1366728907003227

Martin, R. B., Cirino, P. T., Sharp, C., & Barnes, M. (2014). Number and counting skills in kindergarten as predictors of grade 1 mathematical skills. *Learning and Individual Differences, 34,* 12–23. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.05.006

Martín-Martínez, I., Chirosa-Ríos, L. J., Reigal-Garrido, R. E., Hernández-Mendo, A., Juárez-Ruiz-de-Mier, R., & Guisado-Barrilao, R. (2015). Efectos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes. *Anales de Psicología, 31*(3), 962-971. http://dx.doi.org/10.6018/analesps.32.1.171601

Marrie, R. A. (2011). Demographic, genetic, and environmental factors that modify disease course. *Neurologic Clinics, 29*(2), 323-341. https://doi.org/10.1016/j.ncl.2010.12.004

Masson, N., Pesenti, M., & Dormal, V. (2017). Impact of optokinetic stimulation on mental arithmetic. *Psychological Research, 81*(4), 840–849. https://doi.org/10.1007/s00426-016-0784-z

Masson, N., Letesson, C., & Pesenti, M. (2018). Time course of overt attentional shifts in mental arithmetic: Evidence from gaze metrics. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 71*(4), 1009-1019. https://doi.org/10.1080/17470218.2017.1318931

Masson, N., & Pesenti, M. (2023). A functional role for oculomotor preparation in mental arithmetic evidenced by the abducted eye paradigm. *Psychological Research, 87*, 919–928. https://doi.org/10.1007/s00426-022-01696-6

Masson, N., Dormal, V., Stephany, M., & Schiltz, C. (2024). Eye movements reveal that young school children shift attention when solving additions and subtractions. *Developmental Science, 27*(2), e13452. https://doi.org/10.1111/desc.13452

Mathieu, R., Gourjon, A., Couderc, A., Thevenot, C., & Prado, J. (2016). Running the number line: Rapid shifts of attention in single-digit arithmetic. *Cognition, 146*, 229-239. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.10.002

Matejko, A. A., & Ansari, D. (2016). Trajectories of symbolic and nonsymbolic magnitude processing in the first year of formal schooling. *PLoS One, 11*(3), e0149863. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149863

Mato Vázquez, M. D., Muñoz Cantero, J. M., & Chao Fernández, R. (2014). Influencia de la profesión de los padres en la ansiedad hacia la matemática y su relación con el rendimiento académico en alumnos de secundaria. *Ciencias Psicológicas, 8*(1), 69-77. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=459545412007

Mazzocco, M. M., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Preschoolers' precision of the approximate number system predicts later school mathematics performance. *PLoS One, 6*(9), e23749. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023749

Mazuera-Velásquez, T., Cerda Etchepare, G., Castillo-Concha, C., & Castro-Cañizares, D. (2025). Análisis de la influencia de los predictores de dominio específico y general en el desarrollo de la aritmética básica en escolares chilenos. *Revista CES Psicología, 18*(1), 18-34. https://dx.doi.org/10.21615/cesp.7570

Meinck, S., & Brese, F. (2019). Trends in gender gaps: Using 20 years of evidence from TIMSS. *Large-Scale Assessments in Education*, *7*(1), 1-23. https://doi.org/10.1186/s40536-019-0076-3

Menon, V. (2016). Working memory in children's math learning and its disruption in dyscalculia. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *10*, 125-132. https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.05.014

Merkley, R., Matusz, P. J., & Scerif, G. (2018). The control of selective attention and emerging mathematical cognition: Beyond unidirectional influences. In *Heterogeneity of function in numerical cognition* (pp. 111-126). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811529-9.00006-6

Meyer, M. L., Salimpoor, V. N., Wu, S. S., Geary, D. C., & Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and individual differences*, *20*(2), 101-109. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.08.004

Ministerio de Educación. (2009). *Ley N.º 20.370, Ley General de Educación*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1006043

Ministerio de Educación. (2013). *Guía didáctica matemática 1º básico, período 2: Nivel de educación básica*. División de Educación General Chile. https://n9.cl/fl8s2

Miñano, P., & Castejón, J. L. (2011). Variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en Lengua y Matemáticas: un modelo estructural. *Revista de psicodidáctica*, *16*(2), 203-230. http://hdl.handle.net/10045/129479

Miranda Álvarez, F., Espinosa Rodríguez, J., López Rodríguez, F., & Romero Sánchez, P. (2018). ¿ Cómo cuentan cuando cuentan? Cardinalidad en niños de preescolar. *Acta de investigación psicológica*, *8*(3), 25-35. https://doi.org/10.22201/fpsi.20074719e.2018.3.03

Miller, M. R., Müller, U., Giesbrecht, G. F., Carpendale, J. I., & Kerns, K. A. (2013). The contribution of executive function and social understanding to preschoolers' letter and math skills. *Cognitive Development*, *28*(4), 331-349. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2012.10.005

Milovanović, I. (2020). Math anxiety, math achievement and math motivation in high school students: gender effects. *Croatian Journal of Education/Hrvatski Časopis za Odgoj i Obrazovanje*, *22*(1). https://doi.org/10.15516/cje.v22i1.3372

Mielicki, M., Wilkey, E. D., Scheibe, D. A., Fitzsimmons, C., Sidney, P. G., Bellon, E., et al. (2023). Task features change the relation between math anxiety and number line estimation performance with rational numbers: two large-scale online studies. *J. Exp. Psychol. Gen.* 152, 2094–2117. https://doi.org/10.1037/xge0001382

Mononen, R., & Aunio, P. (2016). Counting skills intervention for low-performing first graders. *South African Journal of Childhood Education,* *6*(1), 1-9. https://hdl.handle.net/10520/EJC196403

Mooney, K. E., Prady, S. L., Barker, M. M., Pickett, K. E., & Waterman, A. H. (2021). The association between socioeconomic disadvantage and children's working memory abilities: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, *16*(12), e0260788. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260788

Morsanyi, K., Devine, A., Nobes, A., & Szűcs, D. (2013). The link between logic, mathematics and imagination: Evidence from children with developmental dyscalculia and mathematically gifted children. *Developmental science*, *16*(4), 542-553. https://doi.org/10.1111/desc.12048

Morán, T. P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological bulletin*, *142*(8), 831. https://psycnet.apa.org/buy/2016-11916-001

Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., Pun, W. H., & Maczuga, S. (2019). Kindergarten children's executive functions predict their second-grade academic achievement and behavior. *Child development*, *90*(5), 1802-1816. https://doi.org/10.1111/cdev.13095

Mueller, S. T. (2011). The Psychology Experiment Building Language, Corsi Block Test. Computer software. https://pebl.sourceforge.net/

Mueller, S. T., & Esposito, A. G. (2014). Computerized testing software for assessing interference suppression in children and adults: the bivalent shape task (BST). *Journal of open research software*, *2*(1), e3. https://doi.org/10.5334/jors.ak

Mueller, S. T., & Piper, B. J. (2014). The psychology experiment building language (PEBL) and PEBL test battery. *Journal of neuroscience methods*, *222*, 250-259. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.10.024

Muldoon, K., Towse, J., Simms, V., Perra, O., & Menzies, V. (2013). A longitudinal analysis of estimation, counting skills, and mathematical ability across the first school year. Developmental psychology, 49(2), 250. https://psycnet.apa.org/buy/2012-09462-001

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2017). PIRLS 2016 international results in reading retrieved. TIMSS & PIRLS *international study center.* https://eric.ed.gov/?id=ED580351

Muñoz-Chereau, B. (2019). Exploring gender gap and school differential effects in mathematics in Chilean primary schools. *School Effectiveness and School Improvement*, *30*(2), 83-103. https://doi.org/10.1080/09243453.2018.1503604

Muñoz, P. F., Escobar, L. M., & Castelo, G. V. (2020). Robustez y potencia de la t-student para inferencia de una media ante la presencia de datos atípicos. *Perfiles, 1*(24), 4-11. https://ceaa.espoch.edu.ec/ojs/index.php/perfiles/article/view/70

Mutaf-Yıldız, B., Sasanguie, D., De Smedt, B. & Reynvoet, B. (2020). Probing the Relationship Between Home Numeracy and Children's Mathematical Skills: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, *11*, 2074. https://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02074

Munir, J., Faiza, M., Jamal, B., Daud, S., & Iqbal, K. (2023). The impact of socio-economic status on academic achievement. *Journal of Social Sciences Review*, *3*(2), 695-705. https://doi.org/10.54183/jssr.v3i2.308

McClelland, M. M., Cameron, C. E., Duncan, R., Bowles, R. P., Acock, A. C., Miao, A., & Pratt, M. E. (2014). Predictors of early growth in academic achievement: The head-toes-knees-shoulders task. *Frontiers in psychology*, *5*, 599. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00599.

National Research Council. (2009). *Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity*. https://doi.org/10.17226/12519

Navarro Guzmán, J. I., Aguilar Villagrán, M., Marchena Consejero, E., Alcalde Cuevas, C., & García Gallardo, J. (2010). Evaluación del conocimiento matemático temprano en una muestra de 3º de Educación Infantil. https://hdl.handle.net/20.500.12799/1191

Nelwan, M., Vissers, C. T. W. M., & Kroesbergen, E. H. (2020). Number sense and working memory contributions to mathematical abilities in primary school: A systematic review. *Unpublished manuscript*.

Nelwan, M., Friso-van den Bos, I., Vissers, C., & Kroesbergen, E. (2022). The relation between working memory, number sense, and mathematics throughout primary education in children with and without mathematical difficulties. *Child Neuropsychology, 28*(2), 143-170. https://doi.org/10.1080/09297049.2021.1959905

Nuraydin, S., Stricker, J., Ugen, S., Martin, R., & Schneider, M. (2023). The number line estimation task is a valid tool for assessing mathematical achievement: A population-level study with 6484 Luxembourgish ninth-graders. *Journal of Experimental Child Psychology*, *225*, 105521. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105521

Neuville, E., & Croizet, J. C. (2007). Can salience of gender identity impair math performance among 7–8 years old girls? The moderating role of task difficulty. *European Journal of Psychology of Education, 22*(3), 307-316. https://doi.org/10.1007/BF03173428

Newcombe, N. S. (2002). The nativist-empiricist controversy in the context of recent research on spatial and quantitative development. *Psychological Science, 13*(5), 395-401. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00471

Ng, E. L., Bull, R., & Khng, K. H. (2021, September). Accounting for the SES-math achievement gap at school entry: Unique mediation paths via executive functioning and behavioral self-regulation. *Frontiers in Education, 6*, 703112. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.703112

Nocetti, V. G., Valenzuela, C. M., Peña, I. S., González, M. P., Zamora, P. G., & Carreño, J. V. (2014). Creencias y oportunidades de aprendizaje en la práctica educativa en contextos de pobreza. *Perfiles Educativos, 36*(144), 173-188. https://doi.org/10.1016/S0185-2698(14)70630-0

Noël, M. P., & Rousselle, L. (2011). Developmental changes in the profiles of dyscalculia: An explanation based on a double exact-and-approximate number representation model. *Frontiers in Human Neuroscience, 5*, 165. https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00165

Nosworthy, N., Bugden, S., Archibald, L., Evans, B., & Ansari, D. (2013). A two-minute paper-and-pencil test of symbolic and nonsymbolic numerical magnitude processing explains variability in primary school children's arithmetic competence. *Plos One, 8*(7). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0067918

Núñez-Peña, M. I., & Suarez-Pellicioni, M. (2014). Less precise representation of numerical magnitude in high math-anxious individuals: An ERP study of the size and distance effects. *Biological Psychology, 103*, 176-183. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.09.004

Oberski, D. L. (2016). A review of latent variable modeling with R. Journal of Educational and Behavioral Statistics, 41, 226–233. https://doi.org/10.3102/ 1076998615621305

Olsen, A. A., & Huang, F. L. (2021). The association between student socioeconomic status and student–teacher relationships on math achievement. *School Psychology, 36*(6), 464. https://doi.org/10.1037/spq0000455

Orrantia, J., San Romualdo, S., Matilla, L., Sánchez, R., Múñez, D., & Verschaffel, L. (2017). Marcadores nucleares de la competencia aritmética en preescolares. *Psychology, Society & Education, 9*(1), 121–124. https://n9.cl/0ka43

Orellana, V., Canales, M., Bellei, C., & Guajardo, F. (2019). Individuación y mercado educacional en Chile. *Brasileira de Politica Revista e Administracao da Educacao, RBPAE, 35*(1), 141–157. https://doi.org/10.21573/vol1n12019.89879

Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2015). *What lies behind gender inequality in education?* (Report No. 49). http://doi.org/10.1787/5js4xffhhc30-en

Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2018). *PISA 2018: Insights and interpretations.* OECD Publishing. https://eric.ed.gov/?id=ED601150

Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD]. (2021). *The future at five: Gendered aspirations of five-year-olds.* https://www.oecd.org/education/school/early-learning-and-child-well-being-study/

Östergren, R., & Träff, U. (2013). Early number knowledge and cognitive ability affect early arithmetic ability. *Journal of Experimental Child Psychology, 115*(3), 405–421. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.03.007

Oyarzún, C. (2016). La habilidad de contar: el fundamento cognitivo del concepto de número y la resolución de problemas verbales aritméticos. *Revista De Estudios Y Experiencias En Educación, 4*(8), 139–152. https://www.rexe.cl/index.php/rexe/article/view/215

Panesi, S., & Morra, S. (2020). Executive functions and mental attentional capacity in preschoolers. *Journal of Cognition and Development, 21*(1), 72–91. https://doi.org/10.1080/15248372.2019.1685525

Park, J., & Brannon, E. M. (2013). Training the approximate number system improves math proficiency. *Psychological Science, 24*(10), 2013–2019. https://doi.org/10.1177/0956797613482944

Passolunghi, M. C., & Pazzaglia, F. (2004). Individual differences in memory updating in relation to arithmetic problem solving. *Learning and Individual Differences, 14*(4), 219–230. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2004.03.001

Passolunghi, M. C., & Pazzaglia, F. (2005). A comparison of updating processes in children good or poor in arithmetic word problem-solving. *Learning and Individual Differences, 15*(4), 257–269. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2005.03.001

Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development, 22*(2), 165–184. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2006.09.001

Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology, 33*(3), 229–250. https://doi.org/10.1080/87565640801982320

Passolunghi, M. C. (2011). Cognitive and emotional factors in children with mathematical learning disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education, 58*(1), 61–73. https://doi.org/10.1080/1034912X.2011.547351

Passolunghi, M. C., & Lanfranchi, S. (2012). Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology, 82*(1), 42–63. https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02039.x

Passolunghi, M. C., Lanfranchi, S., Altoè, G., & Sollazzo, N. (2015). Early numerical abilities and cognitive skills in kindergarten children. *Journal of Experimental Child Psychology, 135*, 25–42. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.02.001

Passolunghi, M. C., Caviola, S., De Agostini, R., Perin, C., & Mammarella, I. C. (2016). Mathematics anxiety, working memory, and mathematics performance in secondary-school children. *Frontiers in Psychology, 7*, 42. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00042

Passolunghi, M. C., Cargnelutti, E., & Pellizzoni, S. (2019). The relation between cognitive and emotional factors and arithmetic problem-solving. *Educational Studies in Mathematics, 100*(3), 271–290. https://doi.org/10.1007/s10649-018-9863-y

Passolunghi, M. C., De Vita, C., & Pellizzoni, S. (2020). Math anxiety and math achievement: The effects of emotional and math strategy training. *Developmental Science, 23*(6), e12964. https://doi.org/10.1111/desc.12964

Peake, C., Jimenez, J. E., & Rodriguez, C. (2017). Data-driven heterogeneity in mathematical learning disabilities based on the triple code model. *Research in Developmental Disabilities, 71*, 130–142. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.10.005

Peake, C., Alarcón, V., Herrera, V., & Morales, K. (2021). Desarrollo de la habilidad numérica inicial: Aportes desde la psicología cognitiva a la educación matemática inicial. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 24*(3), 299–326. https://doi.org/10.12802/relime.21.2433

Peeters, D., Degrande, T., Ebersbach, M., Verschaffel, L., & Luwel, K. (2016). Children's use of number line estimation strategies. *European Journal of Psychology of Education*, *31*(2), 117-134. https://doi.org/10.1007/s10212-015-0251-z

Pellegrino, M., Pinto, M., Marson, F., Lasaponara, S., Rossi-Arnaud, C., Cestari, V., & Doricchi, F. (2019). The Attentional-SNARC effect 16 years later: no automatic space–number association (taking into account finger counting style, imagery vividness, and learning style in 174 participants). *Experimental Brain Research, 237*(10), 2633–2643. https://doi.org/10.1007/s00221-019-05617-9

Pelegrina, S., Justicia-Galiano, M. J., Martín-Puga, M. E., & Linares, R. (2020). Math anxiety and working memory updating: Difficulties in retrieving numerical information from working memory. *Frontiers in psychology*, *11*, 669. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00669

Pellizzoni, S., Apuzzo, G. M., De Vita, C., Agostini, T., Ambrosini, M., & Passolunghi, M. C. (2020). Exploring EFs and math abilities in highly deprived contexts. *Frontiers in Psychology, 11*, 383. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00383

Pellizzoni, S., Cargnelutti, E., Cuder, A., & Passolunghi, M. C. (2022). The interplay between math anxiety and working memory on math performance: A longitudinal study. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1510*(1), 132–144. https://doi.org/10.1111/nyas.14722

Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology, 108*(4), 455. https://doi.org/10.1037/edu0000079

Peng, P., Yang, X., & Meng, X. (2017). The relation between approximate number system and early arithmetic: The mediation role of numerical knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology*, *157*, 111-124. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.12.011

Peng, P., Wang, T., Wang, C., & Lin, X. (2019). A meta-analysis on the relation between fluid intelligence and reading/mathematics: Effects of tasks, age, and social economics status. *Psychological Bulletin, 145*(2), 189. https://doi.org/10.1037/bul0000182

Peng, P., & Kievit, R. A. (2020). The development of academic achievement and cognitive abilities: A bidirectional perspective. *Child Development Perspectives, 14*(1), 15–20. https://doi.org/10.1111/cdep.12352

Pérez, E., & Medrano, L. A. (2013). Teorías contemporáneas de la inteligencia: Una revisión crítica de la literatura. *PSIENCIA: Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica, 5*(2), 6. https://doi.org/10.5872/psiencia/5.2.32

Pérez-Fuentes, M., Núñez, A., del Mar Molero, M., Gázquez, J. J., Rosário, P., & Núñez, J. C. (2020). The role of anxiety in the relationship between self-efficacy and math achievement. *Educational Psychology*, *26*(2), 137-143. https://doi.org/10.5093/psed2020a7

Pérez Mejías, P., McAllister, D. E., Diaz, K. G., & Ravest, J. (2021). A longitudinal study of the gender gap in mathematics achievement: Evidence from Chile. *Educational Studies in Mathematics, 107*(3), 583–605. https://doi.org/10.1007/s10649-021-10052-1

Pérez-Tyteca, P., Monje, J., & Castro, E. (2013). Afecto y matemáticas. Diseño de una entrevista para acceder a los sentimientos de alumnos adolescentes. *Avances de Investigación en Educación Matemática, 4*, 65–82. https://n9.cl/9p0sw

Pica, P., Lemer, C., Izard, V., & Dehaene, S. (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group. *Science, 306*(5695), 499–503. https://doi.org/10.1126/science.1102085

Pina, V., Fuentes, L. J., Castillo, A., & Diamantopoulou, S. (2014). Disentangling the effects of working memory, language, parental education, and non-verbal intelligence on children's mathematical abilities. *Frontiers in Psychology, 5*, 415. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00415

Pina, V., Martella, D., Chacón-Moscoso, S., Saracostti, M., & Fenollar-Cortés, J. (2021). Gender-based performance in mathematical facts and calculations in two elementary gschool samples from Chile and Spain: An exploratory study. *Frontiers in Psychology, 12*, 703580. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.703580

Piccolo, L. D. R., Arteche, A. X., Fonseca, R. P., Grassi-Oliveira, R., & Salles, J. F. (2016). Influence of family socioeconomic status on IQ, language, memory and executive functions of Brazilian children. *Psicologia: Reflexão e Crítica, 29*. https://doi.org/10.1186/s41155-016-0016-x

Pizzie, R. G., & Kraemer, D. J. (2023). Strategies for remediating the impact of math anxiety on high school math performance. *npj Science of Learning, 8*(1), 44. https://doi.org/10.1038/s41539-023-00188-5

Piazza, M., Facoetti, A., Trussardi, A. N., Berteletti, I., Conte, S., Lucangeli, D., ... & Zorzi, M. (2010). Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition, 116*(1), 33–41. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.03.012

Poulin-Dubois, D., Blaye, A., Coutya, J., & Bialystok, E. (2011). The effects of bilingualism on toddlers' executive functioning. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*(3), 567–579. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.10.009

Ponce Pradenas, L. E., & Strasser Salinas, K. (2019). Diversidad de oportunidades de aprendizaje matemático en aulas chilenas de kínder de distinto nivel socioeconómico. *Pensamiento Educativo, 56*(2), 1–18. https://doi.org/10.7764/PEL.56.2.2019.10

Poorghorban, M., Jabbari, S., & Chamandar, F. (2018). Mathematics Performance of the Primary School Students: Attention and Shifting. *Journal of Education and Learning, 7*(3), 117–124. https://eric.ed.gov/?id=EJ1173099

Praet, M., & Desoete, A. (2014). Number line estimation from kindergarten to grade 2: a longitudinal study. *Learning and Instruction*, *33*, 19-28. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.02.003

Price, G. R., & Fuchs, L. S. (2016). The mediating relation between symbolic and nonsymbolic foundations of math competence. *PLoS One, 11*(2), e0148981. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148981

Preacher, K. J., Rucker, D. D., & Hayes, A. F. (2007). Addressing moderated mediation hypotheses: Theory, methods, and prescriptions. *Multivariate Behavioral Research, 42*(1), 185–227. https://doi.org/10.1080/00273170701341316

Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods, 40*(3), 879–891. https://doi.org/10.3758/BRM.40.3.879

Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology, 153*, 15–34. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.08.010

Qi, Y., Chen, Y., Yang, X., & Hao, Y. (2023). How does working memory matter in young children's arithmetic skills: The mediating role of basic number processing. *Current Psychology*, *42*(21), 18150-18162.https://doi.org/10.1007/s12144-022-02998-z

Qi, Y., Chen, Y., Yu, X., Yang, X., He, X., & Ma, X. (2024). The relationships among working memory, inhibitory control, and mathematical skills in primary school children: Analogical reasoning matters. *Cognitive Development*, *70*, 101437. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2024.101437

Quelal, D. E. A., & Alencastro, A. C. G. (2020). El nivel socioeconómico como factor de influencia en temas de salud y educación. *Revista Vínculos ESPE*, *5*(2), 19-27. https://doi.org/10.24133/vinculosespe.v5i2.1639

Radovic Sendra, D. (2018). Diferencias de género en rendimiento matemático en Chile. *Revista Colombiana de Educación, (74)*, 221–242. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6710844

Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences, 20*(2), 110–122. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.005

Raghubar, K. P., & Barnes, M. A. (2017). Early numeracy skills in preschool-aged children: A review of cognitive findings an implications for assessment and intervention. *The Clinical Neuropsychologist, 31*(2), 329–351. https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1259387

Ramírez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development, 14*(2), 187–202. https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593

Ramírez-Benítez, Y., Torres-Diaz, R., & Amor-Diaz, V. (2016). Contribución única de la inteligencia fluida y cristalizada en el rendimiento académico. *Revista Chilena de Neuropsicología, 11*(2), 1–5. https://doi.org/10.5839/rcnp.2016.11.02.01

Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances En Psicología, 23*(1), 9–17. https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n1.167

Ramos-Galarza, C., & Pérez-Salas, C. (2017). Control inhibitorio y monitorización en población infantil con TDAH. *Avances en Psicología Latinoamericana, 35*(1), 117–130. http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/apl/a.4195

Rasch, D., & Guiard, V. (2004). The robustness of parametric statistical methods. *Psychology Science*, *46*, 175-208. https://n9.cl/khrau

Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of experimental child psychology*, *91*(2), 137-157. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.01.004

Raven, J. (2003). Raven progressive matrices. In *Handbook of Nonverbal Assessment* (pp. 223–237). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0153-4_11

Reims, H., Sevre, K., Fossum, E., Høieggen, A., Eide, I., & Kjeldsen, S. (2004). Plasma catecholamines, blood pressure responses and perceived stress during mental arithmetic stress in young men. *Blood Pressure, 13*(5), 287–294. https://doi.org/10.1080/08037050410016474

Reitan, R. M., & Wolfson, D. (2004). The Trail Making Test as an initial screening procedure for neuropsychological impairment in older children. *Archives of Clinical Neuropsychology, 19*(2), 281–288. https://doi.org/10.1016/S0887-6177(03)00042-8

Reigosa-Crespo, V., González-Alemañy, E., León, T., Torres, R., Mosquera, R., & Valdés-Sosa, M. (2013). Numerical capacities as domain-specific predictors beyond early mathematics learning: A longitudinal study. *PLoS One, 8*(11), e79711. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079711

Reynvoet, B., & Sasanguie, D. (2016). The symbol grounding problem revisited: A thorough evaluation of the ANS mapping account and the proposal of an alternative account based on symbol–symbol associations. *Frontiers in Psychology, 7*, 1581. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01581

Resnick, L. B., & Ford, W. W. (2012). *Psychology of mathematics for instruction*. Routledge. https://n9.cl/ug7om

Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: psychometric data. *Journal of Counseling Psychology, 19*(6), 551. https://doi.org/10.1037/h0033456

Ritchie, S. J., & Bates, T. C. (2013). Enduring links from childhood mathematics and reading achievement to adult socioeconomic status. *Psychological Science, 24*(7), 1301–1308. https://doi.org/10.1177/0956797612466268

Ribner, A., Harvey, E., Gervais, R., & Fitzpatrick, C. (2019). Explaining school entry math and reading achievement in Canadian children using the Opportunity-Propensity framework. *Learning and Instruction, 59*, 65–75. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.10.003

Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2014). Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.014

Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Hofer, K. G., & Farran, D. C. (2017). Early math trajectories: Low-income children's mathematics knowledge from ages 4 to 11. *Child Development, 88*(5), 1727–1742. https://doi.org/10.1111/cdev.12662

Robinson, JP, y Lubienski, ST (2011). The development of gender achievement gaps in mathematics and reading during elementary and middle school: examining direct cognitive assessments and teacher ratings. *Am. Educ. Res. J.* 48, 268–302. https://doi.org/10.3102/0002831210372249

Robinson, K. M., & Dubé, A. K. (2013). Children's additive concepts: Promoting understanding and the role of inhibition. *Learning and Individual Differences, 23*, 101–107. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.07.016

Rosas, R., & Pizarro, M. (2017). *Manual de administración y corrección de WISC-V. Muestra Experimental.* Santiago de Chile: Ediciones UC.

Rodríguez, D., & Guzmán, R. (2019). Rendimiento académico y factores sociofamiliares de riesgo. Variables personales que moderan su influencia. *Perfiles Educativos, 41*(164), 118–134. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.164.58925

Rodriguez, S., Regueiro, B., Piñeiro, I., Estévez, I., & Valle, A. (2020). Gender differences in mathematics motivation: Differential effects on performance in primary education. *Frontiers in psychology*, *10*, 3050. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03050

Rodríguez, P. J. O. (2023). Factores asociados al rendimiento en matemáticas de estudiantes españoles en educación primaria. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 21*(3), 175–191. https://doi.org/10.15366/reice2023.21.3.010

Rousselle, L., & Noël, M. P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition, 102*(3), 361–395. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.01.005

Rotzer, S., Loenneker, T., Kucian, K., Martin, E., Klaver, P., & Von Aster, M. (2009). Dysfunctional neural network of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia. *Neuropsychologia, 47*(13), 2859–2865. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.06.009

Roy, A. L., & Raver, C. C. (2014). Are all risks equal? Early experiences of poverty-related risk and children's functioning. *Journal of Family Psychology, 28*(3), 391. https://psycnet.apa.org/buy/2014-14440-001

Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L., & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *102*(41), 14931-14936. https://doi.org/10.1073/pnas.0506897102

Ruiz, D., & García, M. (2003). El lenguaje como mediador en el aprendizaje de la aritmética en la primera etapa de Educación Básica. *Educere, 7*(23), 321–327. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3653361

Ruiz, J. M., Lleixà, A. P., Carrión, R. M. R., Roselló, L. A., & Hierro, R. S. (2019). Inhibición y memoria de trabajo: marcadores diferenciales de las dificultades en cálculo y resolución de problemas en Educación Infantil. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology, 2*(2), 25–34. https://doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n2.v2.1735

Sala, G., Signorelli, M., Barsuola, G., Bolognese, M., & Gobet, F. (2017). The relationship between handedness and mathematics is non-linear and is moderated by gender, age, and type of task. *Frontiers in psychology*, *8*, 948. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00948

Samuelsson, M., & Samuelsson, J. (2016). Gender differences in boys' and girls' perception of teaching and learning mathematics. *Open Review of Educational Research*, *3*(1), 18-34. https://doi.org/10.1080/23265507.2015.1127770

Sammallahti, E., Finell, J., Jonsson, B., & Korhonen, J. (2023). A meta-analysis of math anxiety interventions. *The Journal of Numerical Cognition*, *9*(2), 346-362. https://doi.org/10.5964/jnc.8401

Sarı, M. H., & Szczygieł, M. (2023). The role of math anxiety in the relationship between approximate number system and math performance in young children. *Psychology in the Schools*, *60*(4), 912-930. https://doi.org/10.1002/pits.22794

Sasanguie, D., De Smedt, B., Defever, E., & Reynvoet, B. (2012). Association between basic numerical abilities and mathematics achievement. *British Journal of Developmental Psychology*, *30*(2), 344-357. https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.2011.02048.x

Sasanguie, D., Göbel, S. M., Moll, K., Smets, K., & Reynvoet, B. (2013). Approximate number sense, symbolic number processing, or number–space mappings: What underlies mathematics achievement?. *Journal of experimental child psychology, 114*(3), 418-431. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.10.012

Schillinger, F. L., Vogel, S. E., Diedrich, J., & Grabner, R. H. (2018). Math anxiety, intelligence, and performance in mathematics: Insights from the German adaptation of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS-G). *Learning and Individual Differences, 61*, 109-119. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.11.014

Schleifer, P., & Landerl, K. (2011). Subitizing and counting in typical and atypical development. *Developmental science*, *14*(2), 280-291. https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.00976.x

Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues*. The Guilford Press. https://psycnet.apa.org/record/2012-09043-004

Schneider, M., Beeres, K., Coban, L., Merz, S., Susan Schmidt, S., Stricker, J., & De Smedt, B. (2017). Associations of non-symbolic and symbolic numerical magnitude processing with mathematical competence: A meta-analysis. *Developmental science*, *20*(3), e12372. https://doi.org/10.1111/desc.12372

Schneider, M., Merz, S., Stricker, J., De Smedt, B., Torbeyns, J., Verschaffel, L., & Luwel, K. (2018). Associations of number line estimation with mathematical competence: A meta-analysis. *Child development*, *89*(5), 1467-1484. https://doi.org/10.1111/cdev.13068

Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2018). The Cattell-Horn-Carroll theory of cognitive abilities. *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues*, *733*, 163. https://n9.cl/opyrs

Schmeichel, B. J., & Tang, D. (2014). The relationship between individual differences in executive functioning and emotion regulation: A comprehensive review. *Motivation and Its Regulation*, 133-151. https://n9.cl/z4hew

Schwarzer, R., Born, A., Iwawaki, S., Lee, Y.-M., et al. (1997). The assessment of optimistic self-beliefs: Comparison of the Chinese, Indonesian, Japanese, and Korean versions of the General Self-Efficacy scale. *Psychologia: An International Journal of Psychology in the Orient, 40*(1), 1–13. https://psycnet.apa.org/record/1997-04582-001

Schwenk, C., Sasanguie, D., Kuhn, J. T., Kempe, S., Doebler, P., & Holling, H. (2017). (Non-) symbolic magnitude processing in children with mathematical difficulties: A meta-analysis. *Research in developmental disabilities*, *64*, 152-167. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.03.003

Sella, F., & Cohen Kadosh, R. (2018). What expertise can tell about mathematical learning and cognition. *Mind, Brain, and Education*, *12*(4), 186-192. https://doi.org/10.1111/mbe.12179

Siegler , R., & Araya , R. (2005). A computational model of conscious and unconscious strategy discovery . In R. V. Kail (Ed.), *Advances in child development and behavior* (pp. 1 – 42). New York , NY : Elsevier . https://doi.org/10.1016/S0065-2407(05)80003-5

Siegler, R., & Opfer, J. (2003). The development of numerical estimation: Evidence for multiple representations of numerical quantity. *Psychological science*, *14*(3), 237-250. https://doi.org/10.1111/1467-9280.02438

Siegler, R., & Booth, J. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child development*, *75*(2), 428-444. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00684.x

Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2005). Development of numerical estimation: A review. *The handbook of mathematical cognition*, 197-212. https://n9.cl/qsoag

Siegler, R. S., & Pyke, A. A. (2013). Developmental and individual differences in understanding of fractions. *Developmental psychology*, *49*(10), 1994. https://doi.org/10.1111/desc.12395

Siegler, R. (2016). Magnitude knowledge: The common core of numerical development. *Developmental science*, *19*(3), 341-361. https://doi.org/10.1111/desc.12395

Sibaja-Molina, J., Sánchez-Pacheco, T., & Rodríguez-Villagra, O. (2019). El papel de la memoria de trabajo y la inteligencia fluida en las calificaciones escolares: Un enfoque de ecuaciones estructurales. *Actualidades investigativas en educación*, *19*(1), 137-163. http://dx.doi.org/10.15517/aie.v19i1.35325

Simmons, F. R., Willis, C., & Adams, A. M. (2012). Different components of working memory have different relationships with different mathematical skills. *Journal of experimental child psychology*, *111*(2), 139-155. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.08.011

Soltanlou, M., Artemenko, C., Dresler, T., Fallgatter, A. J., Ehlis, A. C., & Nuerk, H. C. (2019). Math anxiety in combination with low visuospatial memory impairs math learning in children. *Frontiers in psychology*, *10*, 89. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00089

Soltani, A., & Mirhosseini, S. (2020). The contribution of general cognitive abilities and specific number skills toward arithmetic performance in students with mild intellectual disability. *International Journal of Disability, Development and Education*, *67*(5), 547-562. https://doi.org/10.1080/1034912X.2019.1619673

Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen, H., Aro, T., Räikkönen, E., Peura, P., ... & Aro, M. (2017). Math anxiety and its relationship with basic arithmetic skills among primary school children. *British Journal of Educational Psychology*, *87*(3), 309-327. https://doi.org/10.1111/bjep.12151

Sorvo, R., Koponen, T., Viholainen, H., Aro, T., Räikkönen, E., Peura, P., ... & Aro, M. (2019). Development of math anxiety and its longitudinal relationships with arithmetic achievement among primary school children. *Learning and Individual Differences*, *69*, 173-181. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.12.005

Sorvo, R., Kiuru, N., Koponen, T., Aro, T., Viholainen, H., Ahonen, T., & Aro, M. (2022). Longitudinal and situational associations between math anxiety and performance among early adolescents. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1514*(1), 174-186. https://doi.org/10.1111/nyas.14788

Schuller, A. M., Hoffmann, D., Goffaux, V., & Schiltz, C. (2015). Shifts of spatial attention cued by irrelevant numbers: Electrophysiological evidence from a target discrimination task. *Journal of Cognitive Psychology, 27*(4), 442-458. https://doi.org/10.1080/20445911.2014.946419

Schwenk, C., Sasanguie, D., Kuhn, J. T., Kempe, S., Doebler, P., & Holling, H. (2017). (Non-)symbolic magnitude processing in children with mathematical difficulties: A meta-analysis. *Research in Developmental Disabilities, 64*, 152-167. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.03.003

Schleepen, T. M., & Van Mier, H. I. (2016). Math anxiety differentially affects boys' and girls' arithmetic, reading and fluid intelligence skills in fifth graders. *Psychology, 7*(14), 1911-1920. https://doi.org/10.4236/psych.2016.714174

Short, D. S., & McLean, J. F. (2023). The relationship between numerical mapping abilities, maths achievement and socioeconomic status in 4-and 5-year-old children. *British Journal of Educational Psychology, 93*(3), 641-657. https://doi.org/10.1111/bjep.12582

Skluz, E., Gunderson, E. A., Gibson, D., Goldin-Meadow, S., & Levine, S. C. (2018). Meaning before order: Cardinal principle knowledge predicts improvement in understanding the successor principle and exact ordering. *Cognition, 180*, 59-81. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.06.012

Slusser, E., & Barth, H. (2017). Intuitive proportion judgment in number-line estimation: Converging evidence from multiple tasks. *Journal of Experimental Child Psychology, 162*, 181-198. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.04.010

Spaepen, E., Gunderson, E. A., Gibson, D., Goldin-Meadow, S., & Levine, S. C. (2018). Meaning before order: Cardinal principle knowledge predicts improvement in understanding the successor principle and exact ordering. *Cognition, 180*, 59-81. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.06.012

Spaniol, M., & Danielsson, H. (2022). A meta-analysis of the executive function components inhibition, shifting, and attention in intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research, 66*(1-2), 9-31. https://doi.org/10.1111/jir.12878

Spearman, C. (1927). *The habilities of man*. Londres: McMillan. https://gwern.net/doc/iq/1927-spearman-theabilitiesofman.pdf

Spinath, B., Freudenthaler, H. H., & Neubauer, A. C. (2010). Domain-specific school achievement in boys and girls as predicted by intelligence, personality and motivation. *Personality and Individual Differences, 48*(4), 481-486. https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.11.028

St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*(4), 745-759. https://doi.org/10.1080/17470210500162854

Starkey, P., & Cooper Jr, R. G. (1980). Perception of numbers by human infants. *Science, 210*(4473), 1033-1035. https://doi.org/10.1126/science.7434014

Starling-Alves, I., Wronski, M. R., & Hubbard, E. M. (2022). Math anxiety differentially impairs symbolic, but not nonsymbolic, fraction skills across development. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1509*, 113–129. https://doi.org/10.1111/nyas.14715

Stelzer, F., Canet Juric, L., & Urquijo, S. (2015). Procesamiento numérico. Relaciones con el desempeño en matemática en niños. https://n9.cl/9mtf6

Stelzer, F., Andés, M. L., Canet-Juric, L., & Introzzi, I. (2016). Memoria de trabajo e inteligencia fluida. Una revisión de sus relaciones. *Acta de Investigación Psicológica, 6*(1), 2302-2316. https://doi.org/10.1016/s2007-4719(16)30051-5

Stevenson, C. E., Bergwerff, C. E., Heiser, W. J., & Resing, W. C. (2014). Working memory and dynamic measures of analogical reasoning as predictors of children's math and reading achievement. *Infant and Child Development*, *23*(1), 51-66. https://doi.org/10.1002/icd.1833

Strenze, T. (2007). Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence, 35*(5), 401-426. https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.09.004

Strenze, T. (2014). Intelligence and success. In *Handbook of intelligence: Evolutionary theory, historical perspective, and current concepts* (pp. 405-413). New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1562-0_25

Sullivan, J. L., Juhasz, B. J., Slattery, T. J., & Barth, H. C. (2011). Adults' number-line estimation strategies: Evidence from eye movements. *Psychonomic Bulletin & Review, 18*(3), 557-563. https://doi.org/10.3758/s13423-011-0081-1

Sullivan, J., & Barner, D. (2014). Inference and association in children's early numerical estimation. *Child Development, 85*(4), 1740-1755. https://doi.org/10.1111/cdev.12211

Susperreguy, M. I., Di Lonardo Burr, S., Xu, C., Douglas, H., & LeFevre, J. A. (2020). Children's home numeracy environment predicts growth of their early mathematical skills in kindergarten. *Child Development, 91*(5), 1663-1680. https://doi.org/10.1111/cdev.13353

Susperreguy, M. I., Douglas, H., Xu, C., Molina-Rojas, N., & LeFevre, J.-A. (2020). Expanding the Home Numeracy Model to Chilean children: relations among parental expectations, attitudes, activities, and children's mathematical outcomes. *Early Childhood Research Quarterly, 50*, 16-28. https://dx.doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.06.010

Svraka, B., & Ádám, S. (2024). Examining mathematics learning abilities as a function of socioeconomic status, achievement and anxiety. *Education Sciences, 14*(6), 668. https://doi.org/10.3390/educsci14060668

Svraka, B., Lasker, J., & Ujma, P. P. (2024). Cognitive, affective and sociological predictors of school performance in mathematics. *Scientific Reports, 14*(1), 26480. https://doi.org/10.1038/s41598-024-77904-7

Szűcs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A., & Gabriel, F. (2013). Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex, 49*(10), 2674-2688. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.06.007

Szűcs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A., & Gabriel, F. (2014). Cognitive components of a mathematical processing network in 9-year-old children. *Developmental Science, 17*(4), 506–524. https://doi.org/10.1111/desc.12144

Szczygieł, M. (2020). When does math anxiety in parents and teachers predict math anxiety and math achievement in elementary school children? The role of gender and grade year. *Social Psychology of Education*, *23*(4), 1023-1054. https://doi.org/10.1007/s11218-020-09570-2

Szczygieł, M. (2021). The relationship between math anxiety and math achievement in young children is mediated through working memory, not by number sense, and it is not direct. *Contemporary Educational Psychology, 65*, 101949. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.101949

Szczygieł, M., & Pieronkiewicz, B. (2022). Exploring the nature of math anxiety in young children: Intensity, prevalence, reasons. *Mathematical Thinking and Learning, 24*(3), 248-266. https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1882363

Szczygieł, M., Szűcs, D., & Toffalini, E. (2024). Math anxiety and math achievement in primary school children: Longitudinal relationship and predictors. *Learning and Instruction, 92*, 101906. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.101906

Swanson, H. L., Orosco, M. J., & Reed, D. K. (2025). The mathematical word problem-solving performance gap between children with and without math difficulties: does working memory mediate and/or moderate treatment effects?. *Child Neuropsychology, 31*(3), 391-427. https://doi.org/10.1080/09297049.2024.2382202

Talpos, J., & Shoaib, M. (2015). Executive function. *Handb Exp Pharmacol*, *228*, 191-213. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-16522-6#page=194

Tapola, A., Rawlings, A. M., Mononen, R., Tähti, P., & Korhonen, J. (2025). The interplay of cognition and affect in fourth graders' math performance: role of working memory in mediating the effects of math anxiety and math interest on arithmetic fluency. *Cognition and Emotion*, 1-11. https://doi.org/10.1080/02699931.2025.2516660

Ten Braak, D., Lenes, R., Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Størksen, I. (2022). Why do early mathematics skills predict later mathematics and reading achievement? The role of executive function. *Journal of experimental child psychology*, *214*, 105306. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105306

Toll, S. W., & Van Luit, J. E. (2013). Accelerating the early numeracy development of kindergartners with limited working memory skills through remedial education. Research in Developmental Disabilities, 34(2), 745-755. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.09.003

Toll, S. W., Van Viersen, S., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2015). The development of (non-) symbolic comparison skills throughout kindergarten and their relations with basic mathematical skills. *Learning and Individual Differences*, *38*, 10-17. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.006

Torbeyns, J., Gilmore, C., & Verschaffel, L. (2015). The acquisition of preschool mathematical abilities: Theoretical, methodological and educational considerations. *Mathematical Thinking and Learning*, *17*(2-3), 99-115. https://doi.org/10.1080/10986065.2015.1016810

Thomas, G., & Dowker, A. (2000, September). Mathematics anxiety and related factors in young children. In *British Psychological Society Developmental Section Conference*.

Träff, U., Olsson, L., Skagerlund, K., & Östergren, R. (2018). Cognitive mechanisms underlying third graders' arithmetic skills: Expanding the pathways to mathematics model. *Journal of Experimental Child Psychology*, *167*, 369-387. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.11.010

Träff, U., Olsson, L., Skagerlund, K., & Östergren, R. (2020). Kindergarten domain-specific and domain-general cognitive precursors of hierarchical mathematical development: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology, 112*(1), 93. https://doi.org/10.1037/edu0000369

Traverso, L., Fontana, M., Usai, M. C., & Passolunghi, M. C. (2018). Response inhibition and interference suppression in individuals with down syndrome compared to typically developing children. *Frontiers in psychology*, *9*, 660. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00660

Traverso, L., Tonizzi, I., Usai, M. C., & Viterbori, P. (2021). The relationship of working memory and inhibition with different number knowledge skills in preschool children. Journal of experimental child psychology, 203, 105014. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.105014

Ursache, A., Noble, K. G., & Pediatric Imaging, Neurocognition and Genetics Study. (2016). Socioeconomic status, white matter, and executive function in children. *Brain and behavior*, *6*(10), e00531. https://doi.org/10.1002/brb3.531

Vadivel, B., Alam, S., Nikpoo, I., & Ajanil, B. (2023). The impact of low socioeconomic background on a child's Educational *achievements. Education Research International,* (1), 6565088. https://doi.org/10.1155/2023/6565088

Valenzuela, J. P., Bellei, C., & Ríos, D. D. L. (2014). Socioeconomic school segregation in a market-oriented educational system. The case of Chile. *Journal of education Policy*, *29*(2), 217-241. https://doi.org/10.1080/02680939.2013.806995

Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2015). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & cognition*, *43*(3), 367-378. https://doi.org/10.3758/s13421-014-0480-4

Van Marle, K., Chu, F. W., Li, Y., & Geary, D. C. (2014). Acuity of the approximate number system and preschoolers' quantitative development. *Developmental science*, *17*(4), 492-505. https://doi.org/10.1111/desc.12143

Vanbinst, K., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2014). Arithmetic strategy development and its domain-specific and domain-general cognitive correlates: A longitudinal study in children with persistent mathematical learning difficulties. *Research in developmental disabilities*, *35*(11), 3001-3013. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.06.023

Vanbinst, K., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2015). Does numerical processing uniquely predict first graders' future development of single-digit arithmetic?. *Learning and Individual Differences*, *37*, 153-160. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.12.004

Vanbinst, K., & De Smedt, B. (2016). Individual differences in children's mathematics achievement: The roles of symbolic numerical magnitude processing and domain-general cognitive functions. *Progress in brain research*, *227*, 105-130. https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.04.001

Vanbinst, K., Ceulemans, E., Peters, L., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2018). Developmental trajectories of children's symbolic numerical magnitude processing skills and associated cognitive competencies. *Journal of Experimental Child Psychology, 166*, 232–250. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.08.008

Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of experimental child psychology*, *87*(3), 239-266. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2003.12.002

Van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, *35*(5), 427-449. https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.09.001

Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology*, *82*(1), 100-119. https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x

Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. (2013). The structure of executive functions in children: A closer examination of inhibition, shifting, and updating. *British Journal of Developmental Psychology*, *31*(1), 70-87. https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.2012.02079.x

Van der Ven, S. H., Van der Maas, H. L., Straatemeier, M., & Jansen, B. R. (2013). Visuospatial working memory and mathematical ability at different ages throughout primary school. *Learning and Individual Differences*, *27*, 182-192. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.09.003

Vandermaas-Peeler, M., Nelson, J., Bumpass, C., & Sassine, B. (2009). Numeracy-related exchanges in joint storybook reading and play. *International Journal of Early Years Education*, *17*(1), 67-84. https://doi.org/10.1080/09669760802699910

Vanbecelaere, S., Matsuyama, K., Reynvoet, B., & Depaepe, F. (2021). The role of the home learning environment on early cognitive and non-cognitive outcomes in math and reading. *Frontiers in Education*, *6*, 746296. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.746296

Van Mier, H. I., Schleepen, T. M., & Van den Berg, F. C. (2019). Gender differences regarding the impact of math anxiety on arithmetic performance in second and fourth graders. *Frontiers in psychology*, *9*, 2690. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02690

Valdivieso, L. B. (2016). El aprendizaje de las matemáticas: Psicología cognitiva y neurociencias. *Revista de investigación*, *7*(1), 11-29. https://n9.cl/1hgceu

Vasilyeva, M., Lu, L., Damoah, K., & Laski, E. V. (2025). Compensatory Relation Between Executive Function and Fluid Intelligence in Predicting Math Learning. *Education Sciences*, *15*(7), 790. https://doi.org/10.3390/educsci15070790

Viswanathan, P., & Nieder, A. (2013). Neuronal correlates of a visual "sense of number" in primate parietal and prefrontal cortices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(27), 11187-11192. https://doi.org/10.1073/pnas.1308141110

Viswanathan, P., & Nieder, A. (2020). Spatial neuronal integration supports a global representation of visual numerosity in primate association cortices. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *32*(6), 1184-1197. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01548

Viterbori, P., Usai, M. C., Traverso, L., & De Franchis, V. (2015). How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in Grades 1 and 3: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *140*, 38-55. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.06.014

Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental medicine & child neurology*, *49*(11), 868-873. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x

Von Stumm, S., Rimfeld, K., Dale, P. S., & Plomin, R. (2020). Preschool verbal and nonverbal ability mediate the association between socioeconomic status and school performance. *Child development*, *91*(3), 705-714. https://doi.org/10.1111/cdev.13364

Von Stumm, S., Cave, S. N., & Wakeling, P. (2022). Persistent association between family socioeconomic status and primary school performance in Britain over 95 years. *npj Science of Learning*, *7*(1), 4. https://doi.org/10.1038/s41539-022-00120-3

Vos, H., Marinova, M., De Léon, S. C., Sasanguie, D., & Reynvoet, B. (2023). Gender differences in young adults' mathematical performance: Examining the contribution of working memory, math anxiety and gender-related stereotypes. *Learning and Individual Differences*, *102*, 102255. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102255

Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P., & Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary educational psychology*, *38*(1), 1-10. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.09.001

Wang, L. C., Tasi, H. J., & Yang, H. M. (2012). Cognitive inhibition in students with and without dyslexia and dyscalculia. *Research in Developmental Disabilities, 33*(5), 1453-1461. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.03.019

Wang, Z., Soden, B., Deater-Deckard, K., Lukowski, S. L., Schenker, V. J., Willcutt, E. G., ... & Petrill, S. A. (2017). Development in reading and math in children from different SES backgrounds: The moderating role of child temperament. *Developmental Science, 20*(3), e12380. https://doi.org/10.1111/desc.12380

Warmansyah, J., Azizah, F., Yuningsih, R., Sari, M., Nurhasanah, N., Amalina, A., & Utami, W. T. (2023). The use of an open-ended learning approach on the ability to recognize the concept of numbers: Its effectiveness for children 4-5 years old. *Child Education Journal*, *5*(2), 110-119. https://doi.org/10.33086/cej.v5i2.4225

Watts, T. W., Duncan, G. J., Siegler, R. S., & Davis-Kean, P. E. (2014). What's past is prologue: Relations between early mathematics knowledge and high school achievement. *Educational Researcher, 43*(7), 352-360. https://doi.org/10.3102/0013189X14553660

Wechsler, D. (1943). Non-intellective factors in general intelligence. *The Journal of Abnormal and Social Psychology, 38*(1), 101. https://doi.org/10.1037/h0060613

Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale For Children–Fourth Edition*. San Antonio, TX: Pearson. https://psycnet.apa.org/record/1950-02930-000

Wiemers, M., Bekkering, H., & Lindemann, O. (2014). Spatial interferences in mental arithmetic: Evidence from the motion–arithmetic compatibility effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 67*(8), 1557-1570. https://doi.org/10.1080/17470218.2014.889180

Wiedermann, W., & Von Eye, A. (2015). Direction of effects in mediation analysis. *Psychological Methods, 20*(2), 221. https://psycnet.apa.org/buy/2015-10044-001

Widlund, A., Tuominen, H., Tapola, A., & Korhonen, J. (2020). Gendered pathways from academic performance, motivational beliefs, and school burnout to adolescents' educational and occupational aspirations. *Learning and Instruction, 66*, 101299. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101299

Williams, K., White, S. L., & English, L. D. (2025). Profiles of general, test, and mathematics anxiety in 9- and 12-year-olds: Relations to gender and mathematics achievement. *Mathematics Education Research Journal, 37*(1), 161-186. https://doi.org/10.1007/s13394-024-00485-1

Willcutt, E. G., Petrill, S. A., Wu, S., Boada, R., DeFries, J. C., Olson, R. K., & Pennington, B. F. (2013). Comorbidity between reading disability and math disability: Concurrent psychopathology, functional impairment, and neuropsychological functioning. *Journal of Learning Disabilities, 46*(6), 500-516. https://doi.org/10.1177/0022219413477476

Willoughby, M. T., Blair, C. B., Wirth, R. J., & Greenberg, M. (2010). The measurement of executive function at age 3 years: Psychometric properties and criterion validity of a new battery of tasks. *Psychological Assessment, 22*(2), 306. https://doi.org/10.1037/a0018708

Wu, S., Amin, H., Barth, M., Malcarne, V., & Menon, V. (2012). Math anxiety in second and third graders and its relation to mathematics achievement. *Frontiers in Psychology, 3*, 162. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00162

Wu, S. S., Willcutt, E. G., Escovar, E., & Menon, V. (2014). Mathematics achievement and anxiety and their relation to internalizing and externalizing behaviors. *Journal of Learning Disabilities, 47*(6), 503-514. https://doi.org/10.1177/0022219412473154

Xenidou-Dervou, I., De Smedt, B., van der Schoot, M., & van Lieshout, E. C. (2013). Individual differences in kindergarten math achievement: The integrative roles of approximation skills and working memory. *Learning and Individual Differences*, *28*, 119-129. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.09.012

Xenidou-Dervou I., van Lieshout E. C. D. M., & van der Schoot M. (2014). Working memory in nonsymbolic approximate arithmetic processing: A dual-task study with preschoolers. *Cognitive Science*, 38, 101–127. https://doi.org/10.1111/cogs.12053

Xenidou-Dervou, I., Molenaar, D., Ansari, D., van der Schoot, M., & van Lieshout, E.C. (2017). Symbolic and non-symbolic magnitude comparison skills as longitudinal predictors of mathematical achievement. *Learning and Instruction, 50*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.11.001

Xing, C., Zax, A., George, E., Taggart, J., Bass, I., & Barth, H. (2021). Numerical estimation strategies are correlated with math ability in school-aged children. *Cognitive Development*, *60*, 101089. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2021.101089

Xu, F., & Arriaga, R. I. (2007). Number discrimination in 10-month-old infants. *British Journal of developmental psychology*, *25*(1), 103-108. https://doi.org/10.1348/026151005X90704

Xu, C. (2019). Ordinal skills influence the transition in number line strategies for children in Grades 1 and 2. Journal of Experimental Child Psychology, 185, 109–127. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.04.020

Xu, C., Burr, S. D. L., Douglas, H., Susperreguy, M. I., & LeFevre, J. A. (2021). Number line development of Chilean children from preschool to the end of kindergarten. *Journal of Experimental Child Psychology*, *208*, 105144. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105144

Xu, C., Burr, S. D. L., LeFevre, J. A., Skwarchuk, S. L., Osana, H., Maloney, E., ... & Lafay, A. (2023). Development of children's number line estimation in primary school: Regional and curricular influences. *Cognitive Development*, *67*, 101355. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2023.101355

Yeniad, N., Malda, M., Mesman, J., Van IJzendoorn, M. H., & Pieper, S. (2013). Shifting ability predicts math and reading performance in children: A meta-analytical study. *Learning and Individual Differences*, *23*, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.10.004

Yeniad, N., Malda, M., Mesman, J., van IJzendoorn, M. H., Emmen, R. A., & Prevoo, M. J. (2014). Cognitive flexibility children across the transition to school: A longitudinal study. *Cognitive Development*, *31*, 35-47. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2014.02.004

Yoshino, K., & Matsuoka, K. (2005). Causal coherence analysis of heart rate variability and systolic blood pressure variability under mental arithmetic task load. *Biological psychology*, *69*(2), 217-227. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.07.001

Zhang, X., Koponen, T., Räsänen, P., Aunola, K., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2014). Linguistic and spatial skills predict early arithmetic development via counting sequence knowledge. *Child Development, 85*(3), 1091-1107. https://doi.org/10.1111/cdev.12173

Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The relationship between math anxiety and math performance: A meta-analytic investigation. *Frontiers in psychology*, *10*, 1613. Volume 10 -2019 https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613

Zhang, D., & Wang, C. (2020). The relationship between mathematics interest and mathematics achievement: Mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety. *International Journal of Educational Research*, *104*, 101648. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101648

Zhang, Y., Ma, Y., & Zhou, X. (2022). The association between non-symbolic number comparison and mathematical abilities depends on fluency. *Cognitive processing*, *23*(3), 423-439. https://doi.org/10.1007/s10339-022-01098-x

Zhang, Y., Tolmie, A., & Gordon, R. (2022). The relationship between working memory and arithmetic in primary school children: A meta-analysis. *Brain Sciences, 13*(1), 22. https://doi.org/10.3390/brainsci13010022

Zheng, X., Swanson, H. L., & Marcoulides, G. A. (2011). Working memory components as predictors of children's mathematical word problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology, 110*(4), 481-498. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.06.001

Zhou, H., Tan, Q., Ye, X., & Miao, L. (2022). Number sense: The mediating effect between nonverbal intelligence and children's mathematical performance. *Psicologia: Reflexão e Crítica, 35*, 27. https://doi.org/10.1186/s41155-022-00231-1

Zhou, Y., Jing, B., Zhang, J., Pi, Z., & Ma, H. (2025). Parental Anxiety and Math Engagement: A Moderated Mediation Model of Math Anxiety and Perceived Teacher Support. *Psychology in the Schools*, *62*(5), 1499-1509. https://doi.org/10.1002/pits.23403

Zhu, M., Cai, D., & Leung, A. W. (2017). Number line estimation predicts mathematical skills: Difference in grades 2 and 4. *Frontiers in Psychology, 8*, 1576. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01576

Zhu, X., Tang, Y., Lu, J., Song, M., Yang, C., & Zhao, X. (2025). Inhibitory control and mathematical ability in elementary school children: A preregistered meta-analysis. *Educational Psychology Review, 37*(1), 1-36. https://doi.org/10.1007/s10648-024-09976-w

Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols, 1*(1), 297-301. https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46

Zelazo, P. D., & Cunningham, W. A. (2007). Executive function: Mechanisms underlying emotion regulation. https://psycnet.apa.org/record/2007-01392-007

Zevenbergen, R., Mousley, J., & Sullivan, P. (2004). Making the pedagogic relay inclusive for indigenous Australian students in mathematics classrooms. *International Journal of Inclusive Education, 8*(4), 391-405. https://doi.org/10.1080/1360311042000277715

Zippert, E. L., & Rittle-Johnson, B. (2020). The home math environment: More than numeracy. *Early Childhood Research Quarterly, 50*, 4-15. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.07.009

Živković, M., Pellizzoni, S., Mammarella, I. C., & Passolunghi, M. C. (2023). The relationship between math anxiety and arithmetic reasoning: The mediating role of working memory and self-competence. *Current Psychology, 42*(17), 14506-14516. https://doi.org/10.1007/s12144-022-02765-0

Zorzi, M., Priftis, K., & Umiltà, C. (2002). Neglect disrupts the mental number line. *Nature, 417*(6885), 138-139. https://doi.org/10.1038/417138a

Zorzi, M., Stoianov, I., & Umiltà, C. (2005). Computational modeling of numerical cognition. In *The Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 67-83). Psychology Press. https://n9.cl/64wta

ANEXO 1.

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
DOCTORADO EN PSICOLOGÍA
PROYECTO TESIS DOCTORAL

"MODELO EXPLICATIVO DEL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN NIÑOS DE PRIMERO A SEGUNDO BÁSICO A PARTIR DE LOS PREDICTORES DE DOMINIO GENERAL/ESPECÍFICOS Y LA ANSIEDAD MATEMÁTICA"

ESTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SE ENMARCA DENTRO DEL FONDECYT REGULAR N° 1230363

CONSENTIMIENTO INFORMADO TIPO 1

Su hijo/a ha sido invitado a participar en la investigación " MODELO EXPLICATIVO DEL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN NIÑOS DE PRIMERO A SEGUNDO BÁSICO A PARTIR DE LOS PREDICTORES DE DOMINIO GENERAL/ESPECÍFICOS Y LA ANSIEDAD MATEMÁTICA" (se enmarca dentro del FONDECYT Regular 1230363) a cargo de la psicóloga Tatiana Mazuera Velásquez, cuyo docente guía es el Dr. Gamal Cerda Etchepare, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Concepción.

El objetivo de esta carta es entregarle toda la información necesaria para que usted decida si autoriza a su hijo/a, a participar en esta investigación.

El propósito general del estudio es Evaluar un modelo explicativo del desarrollo del pensamiento matemático en niños de primero a segundo básico a partir de los predictores de dominio general (memoria de trabajo verbal y visoespacial, inteligencia fluida, control inhibitorio y cambio atencional), de dominio específico (comparación simbólica y no simbólica, conteo, estimación numérica) y los factores afectivos (ansiedad matemática), considerando el género de los estudiantes.

El desarrollo de las competencias o habilidades matemáticas que presentan los niños y niñas en los primeros años de la educación formal son muy importantes a la hora de explicar el logro o fracaso en matemáticas. Su correcta identificación y aporte puede, no sólo, contribuir a diagnosticar de manera oportuna niveles de rezago o de desarrollo deficitario, sino también, posibilita respaldar acciones sistemáticas en todo el sistema escolar.

Este estudio contempla la evaluación de aproximadamente 239 (doscientos treinta y nueve) niños y niñas de 6 a 7 años de edad que asisten a establecimiento educativo de dependencia administrativa municipal, particular subvencionado y particular pagado, entre los cuales se encuentra su hija(o). Estos estudiantes que inicialmente deben cursar 1° básico, de la región metropolitana, serán evaluados nuevamente un año después, para evaluar su trayectoria en su pensamiento matemático.

Asimismo, el proyecto contempla 4 mediciones: Tiempo 1-Medición de los predictores de dominio general/específicos y la ansiedad matemática en el primer semestre de primero básico. Tiempo 2: Evaluación del pensamiento matemático al final de primero básico. Tiempo 3: Medición de los predictores de dominio general/específicos y la ansiedad matemática en el primer semestre de segundo básico, y Tiempo 4: Evaluación del pensamiento matemático a final de segundo básico

La participación de su hijo/a sólo consiste en:

1. Contestar unas preguntas y tareas relativas al dominio matemático y a ciertas funciones del dominio general/ específico como las anteriormente señaladas.
2. Contestar una escala cuyo método de respuesta es un pictograma (caritas) relativas a la ansiedad matemática.

Informo a usted aspectos importantes del estudio:

1. Contestar las tareas descritas con antelación le tomará, a su hija/o, un par de sesiones con un tiempo aproximado de 40 minutos (predictores de dominio general/específicos) y dichas tareas serán realizadas en su establecimiento escolar, sin perturbar las actividades regulares del curso, propios del establecimiento al cual asiste su hija/o.
2. Las respuestas e información obtenida de su hija/o son confidenciales, es decir su nombre no aparecerá en ninguna parte del estudio. Para asegurar la confidencialidad, sus respuestas a las tareas no serán registrados con sus nombres verdaderos sino sólo con un número (código). Sólo tendrán acceso a la información, profesionales ética y técnicamente capacitados. El investigador arriba mencionado es el responsable de cuidar los datos.
3. Proveer antecedentes sobre el lugar o establecimiento al cual concurra su hija/o si cambia de establecimiento educativo para realizar su seguimiento si permite que este/a siga participando.
4. Contestar las preguntas no conlleva ningún riesgo identificable para su hijo/a y usted tiene derecho a negarse a que participe, retirar su autorización en cualquier momento o prohibir que se utilicen las respuestas de su hijo/a, incluso sin dar explicaciones.
5. Si lo desea, puede pedir los resultados globales de la investigación al correo de la investigadora responsable de este estudio.
6. Si tiene alguna duda respecto a esta investigación puede escribir o llamar a la investigadora responsable Tatiana Mazuera Velásquez tmazuera@udec.cl o al docente guía de

tesis el Dr. Gamal Cerda Etchepare, gamal.cerdas@udec.cl fono 41-2203248.

7. Si acepta que su hijo/a participe del estudio " MODELO EXPLICATIVO DEL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN NIÑOS DE PRIMERO A SEGUNDO BÁSICO A PARTIR DE LOS PREDICTORES DE DOMINIO GENERAL/ESPECÍFICOS Y LA ANSIEDAD MATEMÁTICA " (ESTE PROYECTO SE ENMARCA DENTRO DEL FONDECYT REGULAR N° 1230363) ruego a Ud. firmar el Acta de Consentimiento Informado que sigue.

ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

TIPO I

Declaro que he leído la presente carta, donde se me ha explicado en qué consiste la investigación y la participación de mi hija/o en él. Además, se me ha entregado una copia firmada de este documento.

Yo, ____ acepto que mi hija/o ____ participe en el estudio MODELO EXPLICATIVO DEL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN NIÑOS DE PRIMERO A SEGUNDO BÁSICO A PARTIR DE LOS PREDICTORES DE DOMINIO GENERAL/ESPECÍFICOS Y LA ANSIEDAD MATEMÁTICA " (ESTE PROYECTO SE ENMARCA DENTRO DEL FONDECYT REGULAR N° 1230363) a cargo de La psicóloga Tatiana Mazuera Velásquez, docente guía el Dr. Gamal Cerda Etchepare, adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Concepción.

Dejo constancia que la participación en este estudio es libre y voluntaria y que se puede dejar de participar en el momento que yo o mi hija(o) lo decida, sin que de esta decisión resulte sanción o reproche.

Fecha: ____________________

Firma del padre/ de la madre _______________________________________

Firma del Investigador Responsable___________________________________

Firma Director (a) o su Delegado_____________________________________

Anexo 2.

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
DOCTORADO EN PSICOLOGÍA
PROYECTO TESIS DOCTORAL

Hola, mi nombre es Tatiana Mazuera Velásquez y estoy realizando un trabajo de investigación con niños como tú. Te leeré este documento y, si tienes una duda o pregunta, puedes hacerla sin temor alguno, pues te la resolveré.

Te comento que quiero aprender más sobre cómo los niños y niñas como tú piensan y aprenden matemáticas. Para eso, están haciendo una investigación, para entender mejor cómo funciona tu pensamiento cuando cuentas, comparas números y cómo te sientes con las matemáticas.

Si decides participar, harás algunas actividades muy sencillas y entretenidas, parecidas a juegos. Por ejemplo:

1. Te harán algunas preguntas sobre números: tendrás que decir cuál es más grande o cuál es más pequeño, contar puntos y ubicar números en una línea. También harás pequeñas actividades de memoria, como repetir números o recordar cosas por un momento. En otras tareas necesitarás concentrarte mucho, porque verás muchas imágenes que aparecerán rápidamente y deberás prestar mucha atención. Estas últimas actividades se presentarán en una tableta.

2. Dirás cómo te sientes con las matemáticas: Te mostrarán unas caritas y tú elegirás cuál representa mejor cómo te sientes cuando haces ejercicios de matemáticas.

3. También harás unas actividades matemáticas, donde tendrás que contar y realizar algunas sumas y restas.

4. Estas actividades se harán en tu escuela y no tomarán mucho tiempo, solo unos 40 minutos en algunos momentos del año. No te preocupes, no es una prueba y no importa si te equivocas.

5. Puedo contactarme, acompañado de mi madre/padre, con el investigador responsable al correo tmazuera@udla.cl o con Gamal Cerda al correo gamal.cerda@udec.cl o al teléfono (41)22032248 si tengo alguna duda respecto a mi participación o si quiero conocer resultados globales del estudio.

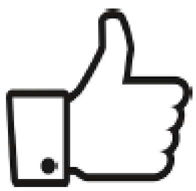
Además, todo lo que respondas será un secreto, nadie sabrá lo que dijiste, solo los profesores que están investigando, y ellos no usarán tu nombre. Si un día ya no quieres seguir participando, puedes decirlo sin problema y nadie se enojará.

¡Será una forma divertida de ayudar a los profesores a entender cómo aprenden los niños y hacer que las matemáticas sean más fáciles para todos!

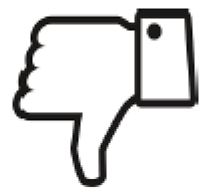
Escribe tu nombre aquí, si estás de acuerdo en participar:

____

¡Muchas gracias por tu participación y ayuda!



ACEPTO Y QUIERO



NO ACEPTO Y NO QUIERO

Participar libremente en el proyecto "**Modelo explicativo del desarrollo del pensamiento matemático en niños de primero a segundo básico a partir de los predictores de dominio general/específicos y la ansiedad matemática**"

ESTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SE ENMARCA DENTRO DEL FONDECYT REGULAR N° 1230363

Anexo 3.

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
DOCTORADO EN PSICOLOGÍA
PROYECTO TESIS DOCTORAL

"MODELO EXPLICATIVO DEL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN NIÑOS DE PRIMERO A SEGUNDO BÁSICO A PARTIR DE LOS PREDICTORES DE DOMINIO GENERAL/ESPECÍFICOS Y LA ANSIEDAD MATEMÁTICA"

ESTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SE ENMARCA DENTRO DEL FONDECYT REGULAR N° 1230363

AUTORIZACIÓN DIRECTOR(A) ESTABLECIMIENTO

Mediante la presente, autorizo a que la Psicóloga Tatiana Mazuera Velásquez, estudiante del programa de doctorado de la Universidad de Concepción, acceda a este establecimiento para invitar a que los estudiantes y comunidad educativa puedan participar del estudio que motiva el proyecto titulado "**MODELO EXPLICATIVO DEL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN NIÑOS DE PRIMERO A SEGUNDO BÁSICO A PARTIR DE LOS PREDICTORES DE DOMINIO GENERAL/ESPECÍFICOS Y LA ANSIEDAD MATEMÁTICA**" (SE ENMARCA DENTRO DEL FONDECYT REGULAR N° 1230363), ya que considero que he recibido toda la informaciónnecesaria de los aspectos y alcances del mismo y que tuve la oportunidad de formular todas las preguntas necesarias al Investigador, las cuales fueron respondidas con claridad y profundidad. Además, se me explicó que el estudio a realizar no implica ningún riesgo identificable para mí, los niños o niñas, profesores o para la comunidad del establecimiento al que represento.

Dejo constancia que tanto mi participación como aquella de los niños y niñas de mi establecimiento, con el debido consentimiento y autorización de sus padres, educadoras, profesores como del equipo de gestión, es libre y voluntaria, y que puedo o pueden dejar de participar en el momento que yo o ellos lo decidan, sin que resulte sanción o reproche.

Fecha: _______________

____ _____________

NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO RUT

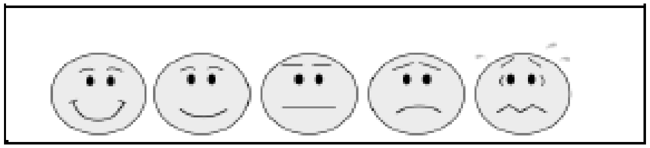
NOMBRE DEL DIRECTOR(A) FIRMA DEL DIRECTOR(A)

ANEXO 4. CUESTIONARIO ANSIEDAD MATEMÁTICA-MARS-E

Código alumno _________ Curso_________ Fecha _________

Medida de Ansiedad Matemática (adaptada de MARS-E)

Materiales: Escala de caras sonrientes (como se muestra a continuación).



1	2	3	4	5
Nada nervioso	Un poco nervioso	Nervioso	Muy nervioso	Muy, muy nervioso

Diga: **"Ahora voy a hacerte algunas preguntas sobre el tipo de cosas que te hacen sentir nervioso, ansioso o tenso. ¿Sabes lo que significa estar nervioso?"**

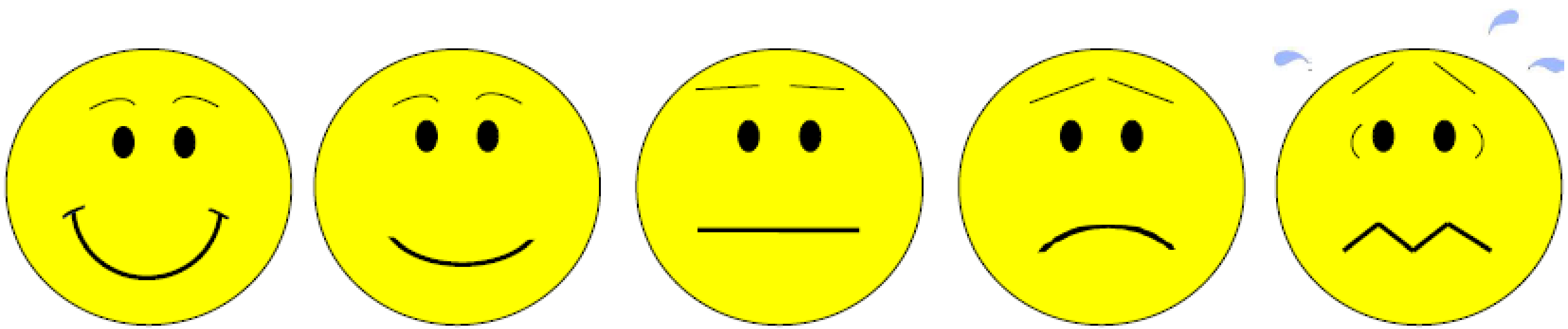
Respuesta del niño (Sí/No)
Explicación del niño: ________________________________
Observación del examinador (Sí/No):________________________

Algunas veces las personas se sienten nerviosas cuando están preocupadas por algo o temen que quizás no sepan la respuesta. Quiero que me digas qué tan nervioso te hace sentir cada cosa. [Muestre la escala de caras.] **Mira, este lado** (señalar) **significa "nada nervioso (1)", este** (señalar) **significaría "un poco nervioso (2)", este** (señalar) **significa "nervioso (3)", este** (señalar) **significaría "muy nervioso (4)" y este lado** (señalar) **significa "muy, muy nervioso (5)". Tú puedes señalar cualquiera de estas caras para responder lo nervioso que te hace sentir cada cosa. Probemos con un ejemplo. ¿Qué tan nervioso te sientes cuando miras hacia abajo desde la parte superior de un edificio?** [Permitir que el niño seleccione una cara.] **¿Qué pasaría si no estuvieras nada nervioso?, ¿Qué pasaría si estuvieras nervioso?** [Corrija al niño si es necesario]. **Bien, ahora comencemos.**

Puntuación: Escriba el número de la cara que el niño elige en la columna de respuestas de la siguiente página.

Notas generales: No se debe dar retroalimentación, solo alentar para continuar.

	Pregunta	Resp
Mostrar tarjeta	1. Mira este gráfico. **[Muestre al niño la imagen del gráfico.]** Se muestran cuántas bolsas de comida recolectó cada estudiante para una campaña de alimentos. ¿Cómo te sentirías si te pidieran que dijeras cuántas bolsas de comida recolectó María? *No tienes que responder la pregunta, solo quiero que finjas que vas a responder y ver cómo te hace sentir.*	
	2. ¿Cómo te sientes cuando estás en la clase de matemáticas y tu profesora va a comenzar a enseñar algo nuevo?	
	3. ¿Cómo te sentirías si te pusieran este problema?: ¿Cuánto dinero tiene Pedro si tiene 2 monedas de 10 pesos y 4 monedas de 5 pesos?	
Mostrar tarjeta	4. ¿Cómo te sentirías si tu profesor te preguntara cuántos cubos hay en esta imagen? [Muestre la imagen de los cubos]	
Mostrar tarjeta	5. Mira este reloj. [Muestre la imagen del reloj]¿Cómo te sentirías si te pidieran que dijeras qué hora será en 20 minutos?	
	6. ¿Cómo te sientes cuando te sientas y comienzas a hacer tu tarea de matemáticas?	
	7. ¿Cómo te sientes cuando tienes que calcular si tienes suficiente dinero para comprar un chocolate y una bebida?	
	8. ¿Cómo te sientes cuando tu profesora te explica cómo resolver un problema de matemáticas?	
	9. ¿Cómo te sientes cuando tienes que resolver 27 + 15?	
	10. ¿Cómo te sientes al realizar una prueba larga en tu clase de matemáticas?	
	11. ¿Cómo te sientes al abrir tu libro de matemáticas y ver todos los números en él?	
	12. ¿Cómo te sientes cuando estás en la clase de matemáticas y no entiendes algo?	
	13. ¿Cómo te sentirías si te pusieran este problema?: Has anotado 15 puntos. Tu amigo anotó 8 puntos. ¿Cuántos puntos obtuviste más que tu amigo?	
	14. ¿Cómo te sentirías si te dieran este problema?: Hay 13 patos en el agua. Hay 6 patos en el pasto. ¿Cuántos patos hay en total?	
	15. ¿Cómo te sientes cuando el profesor te pide que expliques un problema matemático en la pizarra?	
	16. ¿Cómo te sentirías si tuvieras que resolver 34 - 17?	



(1) (2) (3) (4) (5)