FACULTAD DE PSICOLOGÍA Y CIENCIAS SOCIALES

Entorno de aprendizaje en el hogar y la relación con las habilidades matemáticas básicas en niños de sala de 5 años del Alto Valle de Río Negro Y Neuquén.

Estudiante: Lic. Errico, Carla
Legajo: 25184
Director/es: Dra. Formoso, Jesica

Tesis de Maestría presentada para acceder al título de Magister en Neuropsicología.

2024

Agradecimientos

Quiero comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a mi directora, Dra. Jesica Formoso por confiar en mí y acompañarme en este largo proceso. Su apoyo, su paciencia, calidez y claridad han sido fundamentales y aprecio profundamente todo el conocimiento compartido conmigo.

Agradezco a mi familia, especialmente a Luciano y Valentina, como así también a mis padres y hermanos. Su apoyo incondicional me ha acompañado en cada paso del camino, siendo siempre mi sostén.

A mis amigas Cecilia y Marianella por ser una parte esencial, por el apoyo emocional, por cada gesto y cada palabra, por estar siempre presentes.

A los dos jardines de infantes que abrieron sus puertas desinteresadamente para poder realizar este trabajo, a las directoras, familias y niños que lo hicieron posible.

Índice De Contenido

RESUMEN **1**

INTRODUCCIÓN……..**2**

PARTE I: MARCO TEÓRICO……..……..**6**

CAPÍTULO 1..... **7**

MATEMÁTICAS: HABILIDADES DESDE LA INFANCIA **7**

CAPÍTULO 2..... **12**

HABILIDADES MATEMÁTICAS BÁSICAS..... **12**

COMPETENCIA MATEMÁTICA NO SIMBÓLICA Y SIMBÓLICA 18

CAPÍTULO 3..... **25**

EL PROCESAMIENTO MATEMÁTICO: NÚMERO Y CÁLCULO **25**

EL PROCESAMIENTO DEL NÚMERO 26
EL PROCESAMIENTO DEL CÁLCULO 29
MODELOS DE PROCESAMIENTO NUMÉRICO Y CÁLCULO 30
McCloskey, Caramazza y Basili *30*
Modelo de procesamiento del número: 31
Modelo de procesamiento del cálculo: 31
MODELO DE TRIPLE CÓDIGO DE DEHAENE Y COHEN (1995) 32
BASES ANATÓMICAS 35

CAPÍTULO 4..... **37**

TRASTORNO ESPECÍFICO DEL APRENDIZAJE: DISCALCULIA **37**

PREVALENCIA 39
COMORBILIDAD 40
ETIOLOGÍA 40
PERFIL NEUROPSICOLÓGICO 41

CAPÍTULO 5..... **46**

ESTADO DEL ARTE **46**

PARTE II: METODOLOGÍA……..….**57**

CAPÍTULO 6..... **58**

METODOLOGÍA **58**

PLANTEO DEL PROBLEMA 58
OBJETIVOS E HIPÓTESIS 59
Objetivo general *59*
Objetivos específicos *60*
Hipótesis *60*
IMPORTANCIA DEL ESTUDIO 61
MÉTODO 61
Primera etapa: estudio de adaptación y validación del Cuestionario Entorno de Aprendizaje en el Hogar. *62*
Segunda etapa: asociación entre las habilidades matemáticas básicas y el entorno de aprendizaje en el hogar *65*
Diseño *65*
Participantes *66*
Instrumentos *68*
Procedimiento *70*

Análisis de datos 71
CAPÍTULO 7 73
RESULTADOS 73
Habilidades Matemáticas Básicas 74
Definición Del Rango De Subitización 74
Análisis Descriptivos De Las Habilidades Matemáticas 76
Asociación Entre Las Tareas De Habilidades Matemáticas Básicas 79
Reconocimiento De Arábigos 80
Discriminación De Cantidades 87
Emparejamiento 91
Estimación De Cantidades 95
Línea numérica 101
Variables Del Entorno De Aprendizaje 103
Frecuencia Con Que Se Realizan Actividades En El Hogar 103
Importancia Percibida Por La Persona Cuidadora Sobre Logros Tempranos 105
Actitud De La Persona Cuidadora Hacia Las Matemáticas 107
Análisis Descriptivo De Las Variables De Entorno En El Hogar 109
Asociación Entre Habilidades Matemáticas Básicas Y Las Medidas Del Entorno Hogareño De Aprendizaje. 111
Análisis Correlacionales. 111
Análisis De Regresión 113
Subitización. 113
Reconocimiento De Arábigos (Precisión). 114
Reconocimiento de arábigos (tiempo de respuesta). 115
Línea Numérica: Distancia Media Entre El Blanco Y La Respuesta Del Participante. 116
Línea Numérica: Tiempo De Respuesta Medio. 117
Discriminación De Cantidades (Precisión). 118
Discriminación De Cantidades (Tiempo De Respuesta). 119
Emparejamiento De Numerales Arábigos Con La Cantidad Que Representan (Precisión). 120
Emparejamiento De Numerales Arábigos Con La Cantidad Que Representan (Tiempos De Respuesta). 121
Estimación De Cantidades (Precisión). 122
Estimación De Cantidades (Tiempo De Respuesta). 123
PARTE III: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 125
CAPÍTULO 8 126
DISCUSIÓN 126
Caracterización De Las Habilidades Matemáticas Básicas 128
Asociación Entre Tareas De Habilidades Matemáticas Básicas 132
Caracterización Del Entorno De Aprendizaje En El Hogar 134
Frecuencia De Las Actividades Realizadas En El Hogar 134
Importancia Percibida Por La Persona Cuidadora Sobre Logros Tempranos 135
Actitud De La Persona Cuidadora Hacia Las Matemáticas 135
Asociación entre Habilidades Matemáticas Básicas y Entorno de Aprendizaje en el Hogar 137
Relación Del Entorno De Aprendizaje En El Hogar Con Las Habilidades Matemáticas Básicas No Simbólicas. 137
Habilidades Matemáticas Básicas Simbólicas Y Su Relación Con El Entorno De Aprendizaje En El Hogar 138
CONCLUSIONES 141
Limitaciones 143
Perspectivas Futuras 143

PARTE IV: REFERENCIAS……..….144

REFERENCIAS **145**

ANEXO 1 ..... **166**

ENTORNO DE APRENDIZAJE EN EL HOGAR: CUESTIONARIO A MADRES, PADRES Y PERSONAS CUIDADORAS.....166

ANEXO 2 ..... **170**

CONSENTIMIENTO INFORMADO.....170

ANEXO 3 ..... **172**

RIUFLO.....172

Índice De Figuras Y Tablas

Índice de figuras

Figura 1 *Estudio de habilidades de suma y resta tempranas con el paradigma de incumplimiento de expectativas.* *13*

Figura 2 *Representación de magnitud amodal, continua y preverbal del sistema numérico aproximado*…… *15*

Figura 3 *Efecto de distancia en una tarea de comparación de cantidades*…… *16*

Figura 4 *Efecto de tamaño en una tarea de comparación de cantidades*…… *17*

Figura 5 Ejemplo de curvas características de TR y porcentaje de errores en tarea de numeración. *20*

Figura 6 *Resumen del proceso de validación del instrumento*……*62*

Figura 7 *Tiempos de respuesta en segundos de cada participante para la tarea de estimación de cantidades en función del número de elementos*…… *75*

Figura 8 *Gráficos de distribución de las variables derivadas de las habilidades matemáticas básicas*…… *78*

Figura 9 *Asociación de las distintas medidas de las habilidades matemáticas básicas*..... *80*

Figura 10 *Proporción de respuestas correctas para cada numeral arábigo. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media*…… *82*

Figura 11 *Tiempo de respuesta para cada numeral arábigo. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media*…… *83*

Figura 12 *Tiempo de respuesta para cada razón. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media*……*89*

Figura 13 *Proporción de respuestas correctas para cada razón. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media……89*

Figura 14 *Proporción de respuestas correctas para cada numeral arábigo. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media…… 92*

Figura 15 *Proporción de respuestas correctas para cada numeral arábigo. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media…… 93*

Figura 16 *Proporción de respuestas correctas para cada cantidad de puntos. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media…… 96*

Figura 17 *Tiempos de respuestas para cada cantidad de puntos. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media.* *97*

Figura 18 *Distancia entre el blanco y las respuestas…….. 102*

Figura 19 *Puntaje promedio para las variables vinculadas a frecuencia de actividades en el hogar con barras de error en base al error estándar.* *104*

Figura 20 *Asociación de los ítems de la subescala de frecuencia……. 105*

Figura 21 *Puntaje promedio para las variables vinculadas a la importancia percibida de los logros tempranos con barras de error en base al error estándar…….. 106*

Figura 22 *Asociación de ítems de subescala de importancia percibida…….. 107*

Figura 23 *Puntaje promedio para las variables vinculadas a la importancia percibida de los logros tempranos con barras de error en base al error estándar…….. 108*

Figura 24 *Asociación entre distintos ítems de la subescala de actitud hacia las matemáticas*

..... *109*

Figura 25 *Gráficos de distribución de las variables derivadas del cuestionario de entornos de aprendizaje en el hogar…….. 111*

Índice de tablas

Tabla 1 *Caracterización de la muestra de personas cuidadoras*……..…….67

Tabla 2 *Estadísticos descriptivos y de distribución para las variables derivadas de la batería de habilidades matemáticas básicas*…… 77

Tabla 3 *Distribución de tiempos de respuesta y proporción de respuestas correctas según numeral arábigo*…….. 81

Tabla 4 *Comparación por pares de la proporción de respuestas correctas entre los distintos numerales arábigos con método de ajuste de Tukey*…….. 83

Tabla 5 *Comparación por pares de los tiempos de respuestas entre los distintos numerales arábigos con método de ajuste de Tukey*…… 85

Tabla 6 *Distribución de tiempos de respuesta y proporción de respuestas correctas razón entre las cantidades a comparar*…….. 88

Tabla 7 *Comparación por pares del tiempo de respuesta entre las distintas razones con método de ajuste de Tukey*…… 90

Tabla 8 *Distribución de tiempos de respuesta y proporción de respuestas correctas según numeral arábigo*…….. 91

Tabla 9 *Comparaciones múltiples para proporción de respuestas correctas con el método de Tukey*…….. 93

Tabla 10 *Distribución de tiempos de respuesta y proporción de respuestas correctas según cantidad*…… 95

Tabla 11 *Comparación por pares de la proporción de respuestas correctas entre las distintas cantidades con método de ajuste de Tukey*…….. 98

Tabla 12 *Comparación por pares de los tiempos de respuesta entre las distintas cantidades con método de ajuste de Tukey*…… 99

Tabla 13 *Distribución de tiempos de respuesta y distancia absoluta al blanco según cantidad* 101

Tabla 14 *Estadísticos descriptivos y de distribución para las variables derivadas de la batería de habilidades matemáticas básicas*…… 110

Tabla 15 *Los coeficientes de correlación y su p valor asociado*……112

Tabla 16 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…….. 114

Tabla 17 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…….. 115

Tabla 18 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…….. 116

Tabla 19 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…….. 117

Tabla 20 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…… 118

Tabla 21 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…….. 118

Tabla 22 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…….. 119

Tabla 23 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…….. 121

Tabla 24 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…….. 122

Tabla 25 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…… 123

Tabla 26 *Coeficientes asociados a las variables predictoras*…… 124

Resumen

Este estudio investiga las habilidades matemáticas básicas, tanto simbólicas como no simbólicas, en niños de 5 años y su relación con el entorno de aprendizaje en el hogar. Se evaluaron habilidades como la subitización, estimación, discriminación de cantidades, reconocimiento y comprensión de numerales arábigos. Los hallazgos revelan patrones significativos en tareas de estimación y reconocimiento numérico, destacando que la frecuencia de actividades matemáticas en el hogar se correlaciona positivamente con el desarrollo de estas habilidades. En contraste, la actitud de los cuidadores y su percepción sobre la importancia de la enseñanza de las matemáticas no mostraron un impacto notable en el rendimiento en las habilidades evaluadas. Estos resultados sugieren que la práctica regular de actividades matemáticas en el hogar es fundamental para fomentar habilidades matemáticas en los primeros años de vida.

Palabras clave: habilidades matemáticas básicas simbólicas y no simbólicas, subitización, estimación, discriminación de cantidades, comprensión de numerales, entorno de aprendizaje en el hogar.

El desarrollo de habilidades matemáticas básicas durante la infancia es un proceso fundamental que sienta las bases para aprendizajes más complejos y el desempeño exitoso en múltiples áreas de la vida (Geary, 2011). Estas habilidades son las denominadas habilidades no simbólicas y habilidades simbólicas. Las habilidades no simbólicas incluyen la capacidad de percibir, estimar y comparar cantidades (Feigenson, et.al, 2004). Son de inicio temprano y se considera una capacidad innata compartida con otras especies, como primates, aves e incluso mamíferos (Agrillo & Bisazza, 2017; Cantlon & Brannon, 2007). Las habilidades matemáticas simbólicas son aquellas que dependen del aprendizaje cultural y el uso del lenguaje, como la comprensión del sistema numérico, el conteo y las operaciones aritméticas básicas (Dehaene, 2011). Estas habilidades simbólicas son propias de los seres humanos y se relacionan con múltiples factores tales como los sociales, culturales, educativos, ambientales, entre otros.

Desde la neuropsicología, se ha demostrado que tanto las habilidades no simbólicas como las simbólicas dependen de circuitos cerebrales específicos. Las habilidades no simbólicas se asocian con la actividad del surco intraparietal y regiones posteriores del lóbulo parietal, involucradas en la representación y manipulación de magnitudes numéricas (Dehaene et al., 2003). Las habilidades simbólicas requieren la interacción de estas áreas con circuitos prefrontales y temporales, que facilitan el procesamiento del lenguaje y la memoria de trabajo necesaria para operar con números (Ansari, et.al., 2008). La integración de estas redes cerebrales es fundamental para el desarrollo del sentido numérico y la posterior adquisición de competencias matemáticas más complejas.

En tal sentido, diversas investigaciones sugieren que el entorno de aprendizaje del hogar que incluyen las interacciones entre cuidadores y niños, la disponibilidad de recursos educativos y la participación en actividades formales e informales, influyen en el desarrollo de habilidades matemáticas básicas (LeFevre et al., 2009; Skwarchuk et al., 2014; de León et al., 2021, Susperreguy et al., 2020). Otras investigaciones postulan que el éxito en el aprendizaje de las matemáticas en la escuela primaria está mediado por el desarrollo del sentido numérico durante la primera infancia. De este modo, se analizaron los efectos de intervenciones con programas de estimulación del sentido numérico, en la que concluyen a la ganancias significativas en algunas variables de aritmética temprana y en pruebas estandarizada de cálculo (Dyson et al., 2013; Dyson et al., 2015). Un entorno rico en experiencias matemáticas desde la infancia se asocia con un mejor desempeño en tareas de subitización, estimación y discriminación de cantidades, así como con una mayor comprensión y uso de numerales arábigos (Niklas & Schneider, 2014).

Sobre la base de estos antecedentes, la presente investigación plantea como hipótesis que la capacidad para subitizar, estimar y discriminar cantidades a los 5 años de edad se asocia significativamente con los puntajes obtenidos en la escala de entorno de aprendizaje en el hogar. Además, se postula que el reconocimiento y la comprensión de numerales arábigos a la misma edad también presentan una relación significativa con dicha escala. Estas asociaciones encuentran sustento en estudios previos que destacan la influencia del ambiente familiar en el desarrollo de habilidades numéricas tempranas, estableciendo que un entorno enriquecido con experiencias matemáticas favorece tanto la adquisición de competencias no simbólicas como simbólicas (Mutaf-Yıldız et al., 2020).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivos generales caracterizar las habilidades matemáticas básicas en niños de sala de 5 años de edad y analizar la relación

entre el entorno de aprendizaje en el hogar y las habilidades matemáticas básicas, considerando tanto las habilidades simbólicas como no simbólicas. Los objetivos específicos planteados son: evaluar la cantidad máxima de elementos subitizados en niños de preescolar y su velocidad para hacerlo, analizar la capacidad para contar cantidad de elementos, evaluar el reconocimiento de numerales arábigos y su capacidad para asociarlos a las cantidades que representan, estudiar la capacidad para estimar y discriminar cantidades, caracterizar tipos de actividades realizadas en el entorno del hogar del niño en edad preescolar, estudiar el vínculo entre las actividades realizadas en el entorno del hogar y su rendimiento en las distintas habilidades matemáticas evaluadas.

En términos generales, se busca profundizar en la relación entre el entorno de aprendizaje en el hogar y las habilidades numéricas en niños de 5 años, aportando evidencia desde una perspectiva neuropsicológica sobre los mecanismos implicados en la formación del sentido numérico y su vinculación con el contexto sociofamiliar. Los hallazgos obtenidos podrían contribuir al diseño de estrategias de intervención dirigidas a fortalecer las experiencias matemáticas en el hogar, con el objetivo de favorecer el desarrollo numérico temprano.

Este trabajo se organizó en dos etapas: la primera en la que se adaptó y validó el instrumento: Cuestionario de entorno de aprendizaje en el hogar (Formoso et.al, 2023). Y una segunda etapa en la que se buscó analizar la relación entre ambas variables a través de un enfoque no experimental, transversal, descriptivo-correlacional.

El trabajo se organiza en 4 partes: I. Marco Teórico, II. Metodología. III. Discusión y Conclusiones; IV Referencias Bibliográficas.

La parte I: Marco teórico incluye los capítulos 1,2,3,4,5. En el capítulo 1 se contextualiza y se enmarca la problemática de este trabajo. En el capítulo 2, se definen las habilidades matemáticas básicas, simbólicas y no simbólicas. En el capítulo 3, explica los modelos de procesamiento numérico y de cálculo. El capítulo 4 se centra en el trastorno específico del aprendizaje: discalculia. En el capítulo 5 se desarrolla el estado del arte.

La parte II: Metodología: conformado por capítulos 6 y 7. El capítulo 6 donde se plantea el problema, objetivos, hipótesis, la importancia del estudio, el método, la validación del instrumento, se caracteriza la muestra. El capítulo 7 incluye los resultados obtenidos en esta investigación.

En la parte III: Discusión y conclusiones, se encuentra en el capítulo 8, donde se contrastan las hipótesis a la luz de los resultados, se elaboran conclusiones y se establecen los límites del estudio, como así también perspectivas para futuras investigaciones.

Finalmente, el apartado IV, donde se detallan las referencias utilizadas en este trabajo.

PARTE I: Marco Teórico

CAPÍTULO 1

Matemáticas: Habilidades Desde La Infancia

Los números forman parte de nuestra vida cotidiana, los usamos con frecuencia para clasificar, cuantificar, etiquetar. Son parte central del funcionamiento habitual de la sociedad ya que procesamos alrededor de 1000 números diarios por hora, es decir que en la mayoría de las actividades diarias usamos y necesitamos de ellos: desde leer la hora, manejar dinero, cocinar, hacer un llamado telefónico, buscar una dirección, entre otras cosas (Butteworth, 2024, Godino et al., 2003; Serra-Grabulosa, 2016).

Incluso existe un número importante de personas que siendo analfabetas (carentes del dominio del código escrito) usan algún sistema de conteo, suma, resta y alguna forma de representación simbólica para manejarse con cantidades (Jacubovich, 2006). De igual modo, los niños utilizan de manera natural la matemática y la lógica para ordenar su mundo desde sus primeros años de aprendizaje. Desde actividades como contar objetos o realizar operaciones aritméticas básicas, hasta la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones, el procesamiento numérico es una capacidad cognitiva esencial (Serra-Grabulosa, 2016 a).

La cuantificación de los elementos que forman parte de nuestro entorno es una capacidad básica no sólo del ser humano, sino también de otras especies animales, que contribuye a la adaptación del organismo a su medio (Serra-Grabulosa et al., 2010). Numerosas investigaciones han demostrado que animales, como aves y primates, poseen una capacidad innata para discriminar entre cantidades, reconocer patrones numéricos y realizar cálculos rudimentarios (Nieder, 2017). Estos hallazgos sugieren que el procesamiento numérico tiene raíces evolutivas profundas y que las competencias matemáticas humanas

podrían haber evolucionado a partir de mecanismos neuronales básicos compartidos con otras especies. De este modo, se denomina sentido numérico o sistema numérico aproximado, a la capacidad compartidas con otras especies, que permiten la representación y procesamiento de magnitudes numéricas (Dehaene, 2011, Nieder & Dehaene, 2009). Las habilidades matemáticas básicas se diferencian por dos sistemas nucleares de procesamiento cognitivo de cantidad: el sistema numérico aproximado, base de la estimación, y la subitización (Feigenson et al., 2004).

En el ser humano, el sentido numérico es la base sobre la que se construyen capacidades numéricas más complejas denominadas habilidades matemáticas simbólicas, dependientes de la escolarización y la relación con el entorno, entre ellas la producción de series numéricas, el conteo y el reconocimiento de numerales arábigos y la comprensión de la cantidad que cada uno representa. Estas habilidades sólo están presentes en los humanos, no son compartidas con otras especies (Serra-Grabulosa et al., 2010; Raghubar & Barnes, 2017).

En el ser humano, las habilidades matemáticas están relacionadas con el funcionamiento de diversas áreas cerebrales y está influenciada por una combinación de factores biológicos, culturales y educativos. La mayoría de los niños en edad escolar son capaces de lograr un aprendizaje adecuado de estas competencias matemáticas; sin embargo, un pequeño grupo de ellos, presenta un trastorno de aprendizaje de las matemáticas que, cuando es severo, se denomina discalculia (Butterworth, 2005a). Este se define como un trastorno del aprendizaje específico que afecta la capacidad de una persona para comprender, manipular y realizar cálculos numéricos (Butterworth y Walsh., 2011). Se estima afecta entre el 5% y el 7% de la población y está asociado con disfunciones en regiones cerebrales como el surco intraparietal y otras áreas del lóbulo parietal que son críticas para la representación y el procesamiento de cantidades (Dehaene, 2016).

Las dificultades en la adquisición de las matemáticas tienen una repercusión directa en la vida diaria de los sujetos que ante tareas cotidianas suelen verse incapacitados o desorientados. Los niños con discalculia tienen mayor probabilidad de fracaso escolar, y son menos visibles que otros trastornos del aprendizaje como es la dislexia. Varias pueden ser las razones, la más frecuente podría ser que está validado y aceptado socialmente que las matemáticas son difíciles, y que es frecuente que nos cueste más; lo que ha hecho que se dedicara menos recursos a investigar (Serra-Grabulosa, 2016a). Otra posible razón podría ser la metodología de la enseñanza. Si bien los estudios científicos demuestran la eficacia de unas metodologías sobre otras, en la práctica, cada escuela utiliza las metodologías tradicionales propias de cada institución (Serra-Grabulosa, 2016a). Otros autores lo atribuyen a diferencias socioeconómicas, y falta de estimulación en el hogar durante la primera infancia (von Hagen et al., 2017). Investigadores como Butterworth (2024) señalan también razones como el lugar de nacimiento donde el sujeto es educado, estatus económico, social, cultural, nutrición, inversión de los países en educación.

Diversas investigaciones coinciden en vincular el contexto familiar del niño como un eslabón central en el desarrollo de las habilidades matemáticas básicas. Factores como el nivel educativo de los padres, la disponibilidad de recursos educativos en el hogar y las prácticas de enseñanza de los padres, las expectativas, la interacción diaria en las actividades cotidianas, las experiencias informales influyen significativamente en las competencias matemáticas de los niños (LeFevre et al., 2009, Melhuish et al., 2008, Maloney et al., 2015, Skwarchuk et al., 2014).

En Argentina, las pruebas APRENDER del año 2016, elaboradas por la secretaría de Evaluación Educativas del Ministerio de Educación evaluaron las áreas de Lengua y Matemática en el nivel primario y secundario. En el nivel primario, la disciplina de matemática fue en la que se alcanzaron un “nivel básico” y por “debajo del nivel básico” en

la mayoría de los estudiantes; además de una gran desigualdad entre las escuelas de gestión pública y privada. En las instituciones de gestión estatal de todo el país, se encontró que más de 50% de los estudiantes alcanzaron los niveles más bajos (básico y debajo del básico), mientras que en las de gestión privada, la media de niños con niveles más bajos de conocimiento matemático se ubicó en torno al 25% (Pérez et al., 2017). Las pruebas PISA 2022, evaluaron las habilidades de lectura, matemática y ciencias de alrededor de 690.000 estudiantes de 15 años de edad, en 81 países. Particularmente, la prueba se enfocó en la competencia matemática. Los resultados fueron altamente heterogéneos. Se destacan los estudiantes de Singapur quienes obtuvieron una puntuación promedio de 575 puntos, significativamente alto en relación a otros países. Otros países de la región como Hong Kong, Japón, Corea, Macao (China) y Chinese Taipei, también obtuvieron puntajes sobresalientes. Mientras que en países latinoamericanos como Argentina, Brasil, Chile se situaron en rendimientos muy por debajo del promedio en OECD en matemáticas. (OECD, 2022). Particularmente en Argentina, los estudiantes obtuvieron una puntuación media en matemáticas de 379 puntos, lo que se considera muy por debajo del promedio de la OCDE de 490 puntos. Lo mismo ocurrió en lectura y ciencias, ya que los resultados también fueron inferiores al promedio, con puntuaciones de 402 y 399 puntos respectivamente (OECD, 2022).

Se estudiaron múltiples y diversos factores que influyen en el aprendizaje de las habilidades matemáticas como son: el entorno familiar, la capacidad relacional, metodologías de enseñanza, capacidades cognitivas, entre otros (Skwarchuk et.al, 2014; Serra-Grabulosa, 2016 a; Butterworth, 2024). Lo anterior determina que la capacidad numérica se moldea durante el desarrollo y para que esto sea posible, se necesita de un ambiente estimulante que lo facilite, que ayude a interiorizar la complejidad del código numérico y que permita aplicarlo en situaciones reales como jugar a las cartas, buscar una página en un periódico,

calcular la hora en la que haremos alguna actividad (Serra-Grabulosa, 2016a; Daucourt et al., 2021; Mutaf-Yıldız et al.,2020). Siguiendo con esta lógica del desarrollo de habilidades matemáticas básicas si bien son innatas, de aparición temprana, y otras adquiridas, factores como la estimulación en el hogar, nivel socioeconómico, la exposición frente a diferentes situaciones, expectativas de los padres, entre otros podrían determinar el posterior desarrollo de habilidades matemáticas más complejas.

En este sentido, la siguiente investigación buscó caracterizar las habilidades matemáticas básicas en niños se sala de 5 años del Alto Valle de Río Negro y Neuquén y su relación con el entorno de aprendizaje en el hogar. También se identificaron fortalezas y debilidades en el aprendizaje de las matemáticas en etapas iniciales, se analizaron el tipo de prácticas de aprendizaje más frecuentes realizadas en los hogares, aspectos que se desarrollarán en los próximos capítulos.

CAPÍTULO 2

Habilidades Matemáticas Básicas

La competencia numérica básica tiene raíces biológicas y no es exclusiva de los humanos, sino que es compartida por numerosas especies. Así es como se ha demostrado que los animales pueden discriminar numerosidades y utilizar información numérica para tomar decisiones (Agrillo et al., 2012; Beran, 2007; Nieder & Dehaene, 2009; Platt & Johnson, 1971). En estudios realizados en insectos, ratas, palomas y monos se determinó que pueden percibir las cantidades numéricas sin entrenamiento, ya que espontáneamente prestan atención a cantidades de todo tipo- acciones, sonidos, luces, entre otras probablemente debido a que estas habilidades proporcionan ventajas para sobrevivir. Por ejemplo, la rata recuerda que su escondite es el cuarto agujero a la izquierda, por lo que se moverá con mayor rapidez y destreza para llegar a su hogar o un mono elegirá el plato con mayor cantidad de comida (Beran, 2007; Dehaene, 2016).

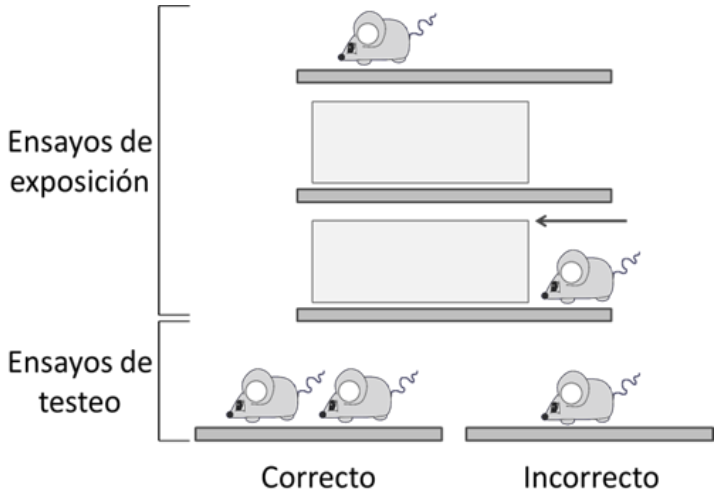
Los estudios científicos establecen que los niños son capaces de discriminar cantidades antes de la adquisición del lenguaje y de la educación formal, esta discriminación de la cantidad sigue un desarrollo progresivo a lo largo de la infancia y la edad adulta en conjunto con la interacción del medio familiar y social (Dehaene, 2011; Lipton & Spelke, 2003; Starkey & Cooper, 1995; Xu et al., 2005). La evidencia sugiere que el cerebro humano está preparado desde el nacimiento para manipular cantidades, ya que dispone de un sistema de magnitud para el cálculo del tiempo y la cantidad (Serra-Grabulosa, 2016 b).

Los bebés desde su nacimiento tienen una serie de conocimientos matemáticos informales, implícitos y elementales (Canfield y Smith, 1996; Wynn, 1996). Por ejemplo, pueden discriminar entre dos conjuntos con cantidades diferentes e identificar el más

numeroso, así como emparejar dos conjuntos con igual cantidad de objetos. Se dan cuenta de que al agregar habrá más y que al quitar habrá menos. En tal sentido, Wynn (1992a) realizó experimentos en los que utilizó el paradigma de incumplimiento de expectativas para evaluar la habilidad de niños de pocos meses de vida para sumar o restar cantidades pequeñas. En dichos experimentos, Wynn encontró que bebés de 4 meses y medio manifestaban sorpresa al observar que, luego de esconder un ratón de juguete tras una pantalla, y agregar un nuevo ratón, al retirar la pantalla que los escondía se encontrara un solo ratón en lugar de dos. La misma sorpresa se producía en los niños si tras sacar uno de los ratones, al levantar la pantalla siguieran apareciendo dos (Figura 1).

Figura 1

Estudio de habilidades de suma y resta tempranas con el paradigma de incumplimiento de expectativas.



Nota. Tomado de (Formoso,2016).

Según esta autora, la sorpresa que manifiesta el niño indica que la situación de cambio producido frustra sus expectativas de solución correcta. A pesar de que sus juicios funcionan

con cantidades pequeñas de objetos, afirmaba que los razonamientos son genuinamente cuantitativos (Butterworth, 2005b; Varol y Farran, 2006).

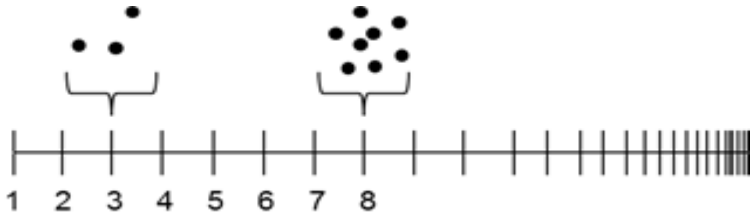
Dehaene (2016) denomina **sistema numérico aproximado (SNA)** a este mecanismo innato, el cual da cuenta de la habilidad que permite el rápido entendimiento, la aproximación, manipulación de cantidades numéricas necesarias para entender el mundo que nos rodea, llamándolo sentido numérico. El sistema numérico aproximado adquiere mayor precisión según avanza el desarrollo, la educación y la maduración cerebral. Este sistema se manifiesta como una habilidad para comparar cantidades de forma no verbal. Los bebes desarrollan el sentido numérico de manera progresiva, logrando mayor precisión en la **discriminación de cantidades** durante sus primeros meses de vida. Desde el nacimiento son capaces de distinguir conjuntos pequeños, solo cuando las proporciones son grandes (diferencian 1 y 3 objetos). A los 6 meses pueden discriminar cantidades con proporciones de 1:2, por ejemplo, entre 8 y 16 elementos, pero no lo logran cuando las diferencias son menores, como entre 8 y 12. Entre los 9 y 12 meses, los bebés muestran avances significativos logrando diferenciar cantidades con proporciones más pequeñas, como 2:3 (por ejemplo, entre 4 y 6 objetos), y hacer comparaciones intuitivas sin necesidad de contar. Alrededor de los 15 meses, son capaces de seleccionar espontáneamente el conjunto mayor entre dos opciones de juguetes, sugiriendo una mejor comprensión de la comparación numérica (Dehaene, 2016; Brysbaert, 2005).

El sistema numérico aproximado, cumple la función de representar de manera aproximada un número de elementos mayores a 4. Se caracteriza por ser más rápida que el conteo, pero menos precisa, por estar vinculada con un conjunto empírico de objetos y por presentarse en formato analógico (Cantlon, et.al, 2006; De wind, et.al, 2015) a esta habilidad se la denomina **estimación de cantidades**. Es una habilidad no simbólica, pre verbal que implica un sistema numérico aproximado que permite al sujeto representar y manipular

información acerca de cantidades y posteriormente números (Feigenson, et.al 2004; Karolis & Butterworth,2016). El mismo se representa en una Línea Numérica Mental (LNM) orientada de izquierda a derecha y estructurada en escala logarítmica, en donde la distancia entre las representaciones es más comprimida para las numerosidades mayores, con curvas de activación y distribución similares para cada numerosidad (Dehaene y Changeux,1993).

Figura 2

Representación de magnitud amodal, continua y preverbal del sistema numérico aproximado.



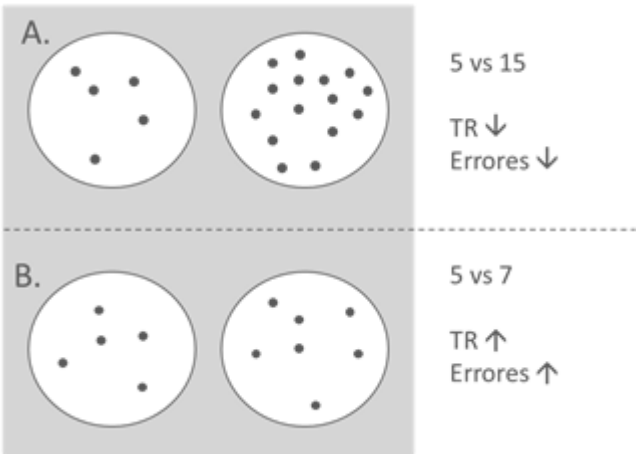
Nota. Tomado de (Formoso,2016).

Dehaene además postula características básicas de la representación numérica temprana, una es el "efecto de distancia o ratio" cuando existe un aumento significativo del tiempo necesario para comparar dos números en la medida en que los números son más cercanos. Es decir que resulta más fácil distinguir dos numerosidades distantes como el 80 y el 100, que dos números más cercanos como el 81 y 82. Este efecto se explica asumiendo el solapamiento de magnitudes numéricas en una "línea numérica mental", cuando más cercanas se encuentran las magnitudes en esa línea, será más difícil discriminar entre ellas (Dehaene, 1997). Así se determinó que los tiempos de respuestas y los errores son menores cuando mayor es la diferencia entre una y otra cantidad (Moyer y Landauer, 1967). Por ejemplo, si se compara dos grupos: A (5 vs 15 puntos) y B (5 vs 7 puntos), es el grupo A quien diferencia

con mayor rapidez y precisión. Esto es debido a que la cantidad de puntos es tres veces menor que el grupo B, donde la cantidad mayor es 1.4 veces la menor, tal como se observa en la figura (Formoso, 2016).

Figura 3

Efecto de distancia en una tarea de comparación de cantidades.

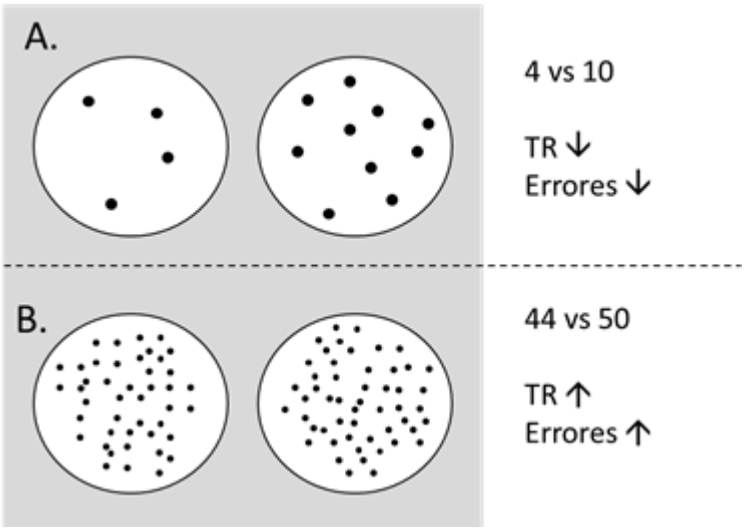


Nota: Los conjuntos del grupo A se discriminan más rápidamente y con mayor precisión que los del grupo B. Tomado de (Formoso,2016).

La otra característica la denomina “efecto de magnitud” refiere al tamaño de los números a comparar, para distancias iguales entre los numerales, el desempeño decrece en la medida en que los números a comparar se hacen mayores, por ejemplo, es más costoso diferenciar 90 y 100 que números más pequeños como 10 y 20 (Dehaene, 2016). Las representaciones en el SNA son más imprecisas en la medida en que la magnitud aumenta, y se van perfeccionando a medida en que el niño avanza en su desarrollo (Halbedra y Figuerson, 2008).

Figura 4

Efecto de tamaño en una tarea de comparación de cantidades.



Nota: Los conjuntos del grupo A se discriminan más rápidamente y con mayor precisión que los del grupo B aunque el valor absoluto de la diferencia sea de 6 en ambos casos. Tomado de (Formoso,2016).

Con el desarrollo de las neuroimágenes se permitió identificar los circuitos cerebrales involucrados en el procesamiento de información numérica. El sentido numérico se asocia a circuitos cerebrales de la región parietal inferior, específicamente el surco interparietal, que constituyen dominios biológicos específicos para el procesamiento numérico (Ansari & Dhital, 2006; Cantlon et al., 2006; Dehaene, 1996, 2016). El surco intraparietal (SIP) está involucrado bilateralmente en la representación abstracta de las cantidades, permitiendo la manipulación semántica de los números, siendo el responsable de representación de cantidades continuas en general (Serra-Grabulosa, 2016 b)

Existen estudios realizados con primates, en donde identificaron al SIP en la representación de las magnitudes, detectando en monos neuronas SIP que respondían a tareas

de discriminación numérica (Nieder & Miller, 2004). Por otra parte, el modelo del triple código de Dehane (1992) establece que las regiones occipitales-temporales inferiores como sustrato neural de las representación numérica en formato visual-arábigo; las áreas perisilvianas del hemisferio izquierdo para la representación de los números en formato auditivo-verbal, las áreas parietales inferiores para la representación analógica de las cantidades (Dehaene et al., 2003).Todas estas evidencias en su conjunto, sugieren el rol del SIP en la representación de las propiedades numéricas aproximadas, de los estímulos simbólicos y no simbólicos (Fias et al., 2007).

Competencia Matemática No Simbólica y Simbólica

Las habilidades matemáticas básicas son las de inicio temprano, antes de que el niño ingrese a la educación formal. Éstas son las precursoras de las habilidades matemáticas complejas. Es decir, que el sistema numérico aproximado es una característica innata que compartimos con los primates, mientras que el pensamiento matemático simbólico y verbalizado, es una característica adquirida, que aparece con el aprendizaje y es exclusivo del ser humano.

Dentro de las **habilidades no simbólicas** se encuentran la *subitización, la discriminación de cantidades*. Ambas se diferencian por dos sistemas nucleares de procesamiento cognitivo de cantidad: El sistema numérico aproximado, es decir el que permite al sujeto representar mentalmente magnitudes numéricas de forma aproximada, constituye la base de la estimación, y el que permite acceder a una representación exacta de cantidad, pero que se limita al reconocimiento inmediato de 3 o 4 objetos, lo que explica la subitización (Feigenson et al., 2004).

Se denomina subitización a la capacidad de identificar de forma rápida y exacta la cantidad de elementos que forman un conjunto de hasta 4 o 5 elementos sin necesidad de contar cada uno de forma individual (Trick & Pylyshyn, 1994). El rango de subitización refiere a la cantidad máxima de elementos que una persona puede identificar por medio de este proceso. El rango suele estimarse observando los tiempos de reacción asociados a la identificación de cada cantidad. Estos se mantienen prácticamente constantes, con una variación de menos de 100ms entre cantidades, y el patrón cambia cuando la persona comienza a contar cada elemento de forma individual, aumentando entre 200 ms y 300 ms por ítem adicional.

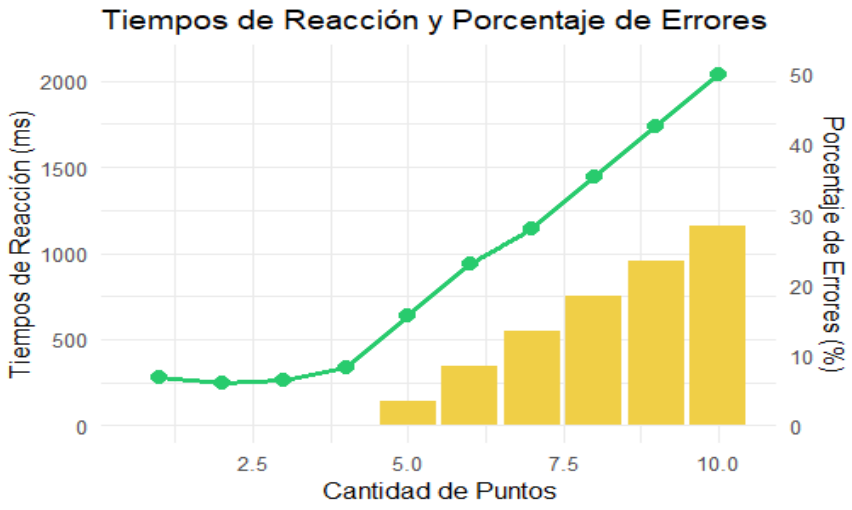
Esta habilidad ha sido documentada en diversas culturas y grupos etarios, incluyendo niños de pocos meses de vida (Piazza, 2002; Dehaene,1997; Pica, 2004; Lipton & Spelke,2003). Muchos investigadores la consideran un componente fundamental de la cognición numérica, caracterizado por su aparición temprana, anterior al desarrollo de representaciones numéricas simbólicas como los numerales arábigos o las palabras numéricas. Aunque el fenómeno fue descrito originalmente por Jevons (1871), el término "subitización" fue introducido por Kaufman y cols. (Kaufman et al., 1949), quienes emplearon el adjetivo latino *subitus* (repentino) para enfatizar la rapidez del proceso. Sin embargo, la identificación de cantidades pequeñas no es completamente instantánea, ya que en adultos requiere un tiempo comparable al necesario para leer una palabra en voz alta o reconocer un rostro familiar (Dehaene, 1997).

Las investigaciones sobre la subitización se centran en describir y comprender la naturaleza de esta capacidad, con un debate significativo en torno a su relación con el conteo. La evidencia conductual sugiere que el tiempo requerido para contar estímulos visuales aumenta de manera sistemática con la cantidad de elementos. En el rango de la subitización (1 a 3 objetos), los tiempos de reacción (TRs) muestran incrementos mínimos y no

significativos, de aproximadamente 50 a 80 ms por ítem adicional, mientras que para cantidades mayores el aumento es lineal, con incrementos de entre 200 y 300 ms por ítem (Mandler & Shebo, 1982; Trick & Pylyshyn, 1994). Esto produce una curva característica: una pendiente prácticamente plana dentro del rango de la subitización y un aumento marcado a partir de 4 elementos (ver Figura 5). Resultados similares se encuentran al evaluar la precisión en términos de aciertos en tareas de conteo. La enumeración de 1 a 3 elementos es casi siempre correcta, mientras que contar 4 o más objetos es más propenso a errores, con una precisión que disminuye a medida que aumenta la cantidad de elementos (ver Figura 5). Por esta razón, el término "subitización" se emplea para describir la enumeración rápida, simultánea y exacta de pequeñas cantidades, mientras que "conteo" se refiere a la enumeración serial, más lenta y menos precisa, de cantidades mayores.

Figura 5

Ejemplo de curvas características de TR y porcentaje de errores en tarea de numeración.



Nota. Tomado de (Formoso,2016).

A lo largo del desarrollo infantil, las habilidades no simbólicas experimentan una reorganización constante, lo que eventualmente permite a los adultos discriminar con éxito entre conjuntos con una relación de 10:11 (Wang et al., 2021).

Las habilidades **matemáticas simbólicas** son exclusivas de los humanos, éstas son el recitado de la serie numérica convencional, el conteo, el reconocimiento y la producción de numerales arábigos y de las palabras número, así como la comprensión de la cantidad que estos representan (Raghubar & Barnes, 2017). Son habilidades que se adquieren de manera espontánea a través de la relación del niño con su entorno. Estas habilidades permiten acceder a representaciones exactas de cantidad a través del conteo y de operaciones como la suma y la resta, quienes utilizan estos símbolos para agrupar o segregar conjuntos. También la manipulación de cantidades mediante operaciones se considera una habilidad básica (DeStefano & LeFevre, 2004).

El **recitado de números** refiere a la habilidad de decir la secuencia de números de manera correcta y ordenada. La misma es una habilidad memorística que no requiere de la comprensión del niño de las cantidades que los números representan (Baroody & Wilkins, 1999).

El **conteo** es la habilidad para asignar un valor cardinal, es decir, numerar los elementos de un conjunto brindándole una etiqueta al valor final e indicando la cantidad total de ítems (Aunio & Niemivirta,2010; Baroody, 1987; Gray & Reeve, 2014). Para el desempeño de la tarea de conteo, se requiere del manejo de una serie de principios: la correspondencia uno a uno, es decir, que cada elemento pueda ser señalado con una única etiqueta numérica. Principio de orden estable, respetando un orden determinado. Cardinalidad, refiere a que la última etiqueta utilizada durante el proceso de conteo determina la cantidad total de ítems que conforman el conjunto. Principio de abstracción, que alude a

que objetos de toda índole pueden ser agrupados con el fin de ser contados. Finalmente, la irrelevancia del orden, es el principio que hace referencia a que los elementos que conforman un conjunto pueden ser etiquetados con cualquiera de las etiquetas disponibles, mientras se respeten los otros principios (Formoso, 2016; Baroody, 1987).

Las **palabras número** refieren a las diferentes representaciones verbales o escritas de los números, por ejemplo, cuando decimos "uno", "dos" o "tres". Este léxico representa cantidades específicas y forman parte del vocabulario matemático básico que los niños desarrollan desde una edad temprana (Carey, 2004). Las etiquetas numéricas se aplican a objetos diferentes, siempre a uno por vez, y en un orden estable particular. Fuson y cols. (1982) establecen dos fases en el desarrollo de las palabras número de los números: la fase inicial de adquisición de la serie convencional de etiquetas numéricas, que son aprendidas de memoria como una cadena de sonidos, inseparable y sin significado propio. La segunda fase llamada de elaboración, donde se segmenta la serie en etiquetas individuales e, inicialmente, toman como referente al objeto al que son asignadas en cada secuencia de conteo, pero luego se establecen relaciones entre las mismas y cantidades particulares, y finalmente se adquiere el significado cardinal de la última palabra número de la serie.

Los **numerales arábigos** son el sistema numérico representado de manera gráfica. Requiere la capacidad de reconocer un arábigo activando la etiqueta verbal correspondiente, relacionar el arábigo a una cantidad determinada y comprender su valor posicional en una secuencia (Knudsen, 2015; Benoit et.al, 2013). Diversos estudios determinan que entre los 2 y 5 años, los niños desarrollan el mecanismo para integrar tres tipos de representaciones numéricas: cantidades discretas, palabras-número y numerales arábigos. Inicialmente, adquieren la habilidad de vincular las representaciones de cantidades pequeñas (1-3 objetos)

antes que las de cantidades mayores. Durante esta etapa, también aprenden el valor posicional de los numerales arábigos (LeFevre et al., 2009).

Algunos autores refieren que las habilidades simbólicas es un sistema adquirido con gran influencia del lenguaje (Xenidou-Dervou et al., 2015); existe una precisión en la representación las cantidades (Mussolin et al., 2014); y en la medida en que crecemos mejoramos las habilidades de manipular cada vez un mayor rango de números con precisión (Praet y Desoete, 2014). Éstas habilidades suelen aparecer alrededor de los 5 años, antes del inicio de la educación formal (Kolkman et al., 2013).

Existe un vínculo entre las habilidades no simbólicas y simbólicas. Por lo tanto, es posible que estas habilidades permitan la conversión de números arábigos en cantidades no simbólicas, demostrando una capacidad de correspondencia que facilita el proceso de transformación de una representación no simbólica a una representación simbólica (Kolkman et al., 2013). Esta capacidad es fundamental para lograr la comprensión de las interconexiones entre los símbolos y las cantidades que representan.

En este sentido Kolkman (2013) refiere al concepto mapeo como la capacidad de conectar símbolos numéricos (por ejemplo, "3", "4") con sus correspondientes cantidades no simbólicas (por ejemplo, tres bananas, cuatro pelotas). Esta habilidad es central para el desarrollo de competencias matemáticas más avanzadas, ya que implica la conexión entre un símbolo numérico y la cantidad que representa. Este proceso se vuelve más preciso a medida que los niños crecen y se desarrollan. La capacidad de mapear números simbólicos a cantidades no simbólicas es fundamental para aprender operaciones matemáticas más avanzadas, como la suma y la resta. La precisión de estas habilidades de mapeo permite a los niños realizar estimaciones y cálculos matemáticos exactos (Kolkman et al., 2013).

Entre los 3 y los 8 años, los niños se van perfeccionado en el aprendizaje de recitar la secuencia de conteo, y avanzan en enfocarse en la cantidad de objetos en un conjunto, lo que lleva a comprender mejor la relación entre los símbolos numéricos y las cantidades (Aunio et.al, 2006; Hannula y Lehtinen, 2005; Wynn, 1992). Dehaene (2001) establece que este desarrollo se produce mediante procesos de transcodificación, que permiten la traducción de información de un formato no simbólico a uno simbólico y viceversa, lo que genera que los símbolos numéricos tengan un significado relacionado con la magnitud no simbólica. Estos procesos producen una integración flexible de diferentes códigos, lo que resulta en habilidades numéricas donde las palabras y los símbolos numéricos se asignan a su magnitud correspondiente (Dehaene, 2001; Mundy & Gilmore, 2009).

Actualmente existen discusiones teóricas sobre la relación entre el desempeño matemático y el SNA. Se debate si el sistema innato para manipular cantidades no simbólicas sería el componente central o clave para la adquisición de habilidades matemáticas formales, tal como lo es la conciencia fonológica para el aprendizaje de la lectura (Vanbinst et al., 2016). Del mismo modo, se continúa investigando acerca del SNA sin necesidad de conteo verbal sienta la base para el posterior desarrollo de habilidades de manipulación de símbolos numéricos relacionados con la educación familiar y formal.

CAPÍTULO 3

El Procesamiento Matemático: Número y Cálculo

Diversos estudios del campo de la neurociencia cognitiva han evidenciado conocimientos significativos sobre el modo en el que el cerebro procesa los cálculos matemáticos. De esta manera, existe un sistema funcional complejo que involucra varias áreas del cerebro encargados de diferentes aspectos del número y la cantidad. Estos sistemas funcionan en forma conjunta integrando la información para otorgarle sentido como un todo (Blakemore & Frith, 2001).

Mc Closkey, Caramazza y Basilli (1985) establecen que existen dos sistemas que explican las funciones cognitivas involucradas en la realización de las operaciones matemáticas: el sistema del procesamiento numérico, que es el responsable de la comprensión y producción de números orales y escritos. Y el sistema de cálculo dedicado a la comprensión, recuerdo de símbolos, principios matemáticos y ejecución de procesos numéricos.

Varios son los sistemas encargados de la integración de la información, aunque existen zonas específicas especializadas para ejecutar diversas tareas. El hemisferio izquierdo es donde se realizan los cálculos matemáticos exactos, el lóbulo parietal se asocia con sensaciones somáticas, integración sensorial (visual, auditiva, táctil), comprensión del lenguaje matemático, atención, representación espacial. La corteza parietal está involucrada en la comprensión y representación de la magnitud de números, cantidades, tiempo y espacio (López et.al, 2008).

El área denominada centro de cálculo o cerebro matemático es el área 40 de Brodmann, ubicada en la circunvolución supramarginal del lóbulo parietal izquierdo. Luria (1980) establece que el sistema funcional del cálculo se localiza en las áreas parietales posteriores del hemisferio izquierdo, ya que se demostró que las lesiones en dichas áreas producen acalculia, alexia o agrafia para los números. Del mismo modo, la síntesis visoespacial es central en la comprensión de la estructura numérica y en las operaciones aritméticas; así es que, si las lesiones parietales se extienden hacia las áreas visuales del lóbulo occipital, se produce confusión espacial gráfica de números similares (López et.al, 2008).

A medida que las competencias numéricas se sistematizan, comienzan a distribuirse en diversas áreas cerebrales y dejan de ser exclusivas del lóbulo parietal izquierdo. Este aspecto se desarrollará en este capítulo.

El procesamiento del Número

El número está representado en nuestro cerebro en diferentes formatos que son almacenados en la memoria de largo plazo. De este modo, puede estar representado como numeral arábigo utilizando dígitos o secuencias de dígitos por ejemplo 32, verbal oral o escrito cuando se representa los números a través de palabras o secuencias de palabras con características morfosintácticas especiales llamadas palabras-número o expresiones numéricas verbales (treinta y dos), los números romanos en la que las letras adquieren un significado numérico y un modo abstracto relacionado con la magnitud representada con independencia de los símbolos convencionales (Gómez Pastor, 2008; Jacubovich, 2006; Otálora Sevilla & Hormaza, 2006). Los numerales pueden representar cantidades o tener una

función nominal, es decir cuando refiere a un conocimiento enciclopédico por ejemplo 9 de julio de 1816 (Jacubovich, 2006).

El sistema de numeración arábigo tiene dos componentes básicos: El primero consiste en 9 grafías arábigas que representan las cantidades básicas (1 al 9) y el cero (0) que representa ausencia de cantidad (Mccloskey et al., 1991). Estos signos, llamados primitivos léxicos, se combinan entre sí para formar toda la gama de numerales posibles. El segundo componente es el valor de posición, es decir, que el valor de una grafía está determinado por su posición al interior de la cadena de dígitos y es producto de la potenciación. La lógica de un sistema posicional en base diez implica que cada posición corresponde a un orden definido por la multiplicación de sus unidades por una potencia de 10, la cual se incrementa a partir de 0, cada vez que el dígito es movido una posición hacia la izquierda (Bedoya Mariela Orozco, 1991; Miura et al., 1988) Así los dígitos se organizan en función a dos variables: la columna y la posición dentro de la columna. Una columna establece una forma de disponer elementos serialmente ordenados, en la que cada uno de ellos se identifica por su pertenencia a un tipo de cantidad/espacio determinado (unidad, decena, centena, etc) y su posición dentro de la columna (Jacubovich, 2006).

El sistema numérico verbal, al igual que el sistema arábigo, se compone de una serie de primitivos léxicos que se combinan entre sí para formar nuevas palabras numéricas y representar todos los numerales. Estos primitivos léxicos son palabras numéricas base, que corresponden a raíces y que no son producto de una combinación o derivación de otras palabras numéricas (Bedoya Mariela Orozco, 1991). En un sistema numérico verbal, los primitivos léxicos varían dependiendo de cada idioma. En el español tiene un conjunto de números de 29 elementos, además se debe agregar las ambigüedades sintácticas (mil, cientos) y la conjunción “Y" debido a la gramática del lenguaje que utiliza reglas combinatorias para organizar la concatenación de unidades para formar cifras (Jacubovich, 2006). De este modo,

se incluyen las unidades (del uno al nueve), que representan las cantidades básicas correspondientes a cada una de esas palabras, que incluyen del once al quince (“ces”), las decenas del diez al noventa, que representan las cantidades básicas multiplicadas por diez, y los operandos (“cien/tos”, “mil/es”, “millón/es”). Éstos representan ellos mismos una cantidad; además, establecen con los demás elementos léxicos una relación semántica de suma (mil trescientos = mil + trescientos) o de multiplicación (trescientos = tres x cien) (Gómez Pastor, 2008).

Por otra parte, los números, las cantidades y los nombres o palabras con los que éstos se designan pueden traducirse o transcodificarse, de un formato o código representacional al otro. De este modo, los nombres de los números pueden identificarse en forma auditiva o producirse en forma oral y escrita. Para la escritura en arábigo o de numerales verbales al dictado o en la denominación de la cantidad de unidades que conforman conjuntos de objetos, se necesita de otro proceso de transcodificación (Jacubovich, 2006).

El análisis de los errores en la transcodificación de los numerales ha sido el origen del interés en Neuropsicología cognitiva asociadas a cuadros de afasia, alexia o agrafía, encontrando disociaciones entre números y lenguaje en todos los niveles de procesamiento. Se encontró, por ejemplo, que pacientes aléxicos puros conservan lectura y procesamiento de dígitos (Dehaene & Cohen, 1995) y otros que presentan alteraciones en la lectura de números conservan la lectura de palabras (Cipolotti et al., 1991).

Deloche y Seron (1982) analizaron los errores de transcodificación en los dos sistemas de codificación: verbal y arábigo. Los dígitos tienen un procesamiento léxico, es decir los nombres y los símbolos que representan los números aislados o dígitos; las cantidades tienen un procesamiento sintáctico, refiere al procesamiento de las reglas mediante las cuales los dígitos se combinan entre sí para formar cantidades. Las alteraciones en los procesamientos léxicos se manifiestan en errores que afectan a elementos aislados dentro de

una cantidad, con preservación de la organización estructural de ésta, por ejemplo, leer el número 324 como 334. Las alteraciones en el procesamiento sintáctico dan lugar a errores del orden de los elementos dentro de una cantidad y, con ellos, de la magnitud de ésta, por ejemplo, escribir el número 324 como 300204. Los autores interpretan los errores como la consecuencia de un daño selectivo en un algoritmo de transcodificación, responsable de que un numeral presentado en un código sea transformado en un numeral del mismo valor, en otro código. Establecieron que dicho algoritmo es asemántico ya que no requiere la elaboración intermedia del valor semántico del número (Deloche & Seron, 1982).

El Procesamiento Del Cálculo

El sistema de procesamiento del cálculo, constituye una actividad compleja sustentada en componentes relativos a la lectura, comprensión y producción de numerales. Para ello, existe un sistema especializado y diferenciado de los sistemas de procesamiento numérico y está integrado por tres componentes: procesamiento de símbolos aritméticos, almacén de representaciones de hechos y de procedimientos aritméticos y procesadores de la información. De este modo, un componente es el que permite computar las cantidades representadas por los operandos, utilizando los procedimientos correspondientes a cada operación, especificada por los símbolos aritméticos distintivos de cada una. Para las operaciones simples el sistema dispone de otros procesadores para la activación directa de resultados en el almacén de hechos aritméticos (Dehaene, 2001).

El procesamiento del cálculo implica el correcto procesamiento de los números, así como ser capaz de producir la respuesta oralmente o por escrito (McCarthy y Warrington, 1990).

Gómez Pastor (2008) establece que, si bien resulta cierto que toda operación de cálculo implica disponer de habilidades intactas de la capacidad de comprender y producir números, las habilidades de cálculo se verán secundariamente afectadas por cualquier alteración del procesamiento de los números. Sin embargo, aun en ausencia de todo déficit del procesamiento de los números, el procesamiento del cálculo puede verse primariamente afectado (Gómez Pastor, 2008).

En tal sentido, Dehaene y Choen (1995) se centran en la idea de distintos niveles de procesamiento para las cuatro operaciones básicas, siendo la suma y la multiplicación las fundamentadas en la memoria; y la resta y división en estrategias de apoyo. Los investigadores resaltan la importancia de la memoria como proceso básico en las tareas de cálculo. Destacan la necesidad de la práctica para poder automatizar las tareas y de este modo liberar recursos cognitivos (Dehaene & Cohen, 1995).

De este modo, los dígitos se ordenan en diferentes cifras que luego se combinan entre sí por medio de cálculos matemáticos, dando origen a nuevas cifras. Las sumas, restas, multiplicaciones y divisiones son algoritmos básicos que se utilizan en la resolución de problemas de distinta complejidad. Para ello se activan distintos códigos, por ejemplo, al momento de recuperar las tablas de multiplicar se pone en marcha una asociación verbal. Esto implica coordinar diversas habilidades como función ejecutiva, atención, memoria de trabajo (Jacubovich, 2006).

Modelos de Procesamiento Numérico y Cálculo

McCloskey, Caramazza y Basili (1985), proponen el primer modelo de procesamiento de los números y del cálculo funcional, basado en las disociaciones observadas en pacientes que

presentan acalculia (Gómez Pastor, 2008). Sus diferentes componentes pueden ser alterados selectivamente como consecuencia de una lesión cerebral, por eso es un modelo modular (Jacubovich, 2006).

Este modelo está integrado por dos sistemas: el de procesamiento numérico y el del procesamiento del cálculo.

Modelo de procesamiento del número: se compone por un subsistema de comprensión y uno de producción de numerales.

Tanto el subsistema de comprensión y como el de producción diferencian entre el procesamiento del código arábigo léxico (dígito) y sintáctico (ubicación del dígito en la cadena de la cifra) y el procesamiento del código verbal oral (fonológica) y escrita (ortográfica) con un sistema sintáctico común (Jacubovich, 2006).

Los procesos de comprensión de los numerales convierten el numeral en una representación interna que se utiliza en cualquier procesamiento cognitivo ulterior. Los procesos de producción de numerales convierten las representaciones internas de éstos en la forma apropiada (arábiga o verbal oral/escrita) para expresar los resultados de la tarea. Se establece que las representaciones internas de los numerales especifican de forma abstracta la cantidad básica de cada número del 0 al quince (en español), así como la capacidad de las decenas de formar números nuevos (Gómez Pastor, 2008).

Modelo de procesamiento del cálculo: el mismo se subdivide en:

A. Un subsistema para el cálculo mental.

B. Un subsistema para el cálculo escrito.

Ambos incluyen tres componentes principales: un mecanismo para el procesamiento de los símbolos matemáticos, un mecanismo para la recuperación de los hechos aritméticos

básicos (tablas, sumas elementales) y un mecanismo para la ejecución de los procedimientos aritméticos o algoritmos para las operaciones básicas (Gómez Pastor, 2008; Jacubovich, 2006).

Los hechos aritméticos forman parte de la memoria semántica y requieren de los procedimientos aritméticos que implican memoria procedimental y son propios de cada operación aritmética (“llevarse”,” pedir prestado”, “alinear” etc). Toda tarea de cálculo para su ejecución requiere de los tres mecanismos y constituyen la secuencia de acciones que permiten proceder y luego acceder al resultado (Gómez Pastor, 2008).

El modelo de McCloskey y otros (1985) fue criticado debido a dos puntos centrales: la modularidad de su estructura y la naturaleza abstracta de la representación mental de los números. En relación a ello, Jacubovich (2006) plantea que este modelo presenta un escaso desarrollo del sistema de comprensión, siendo el significado abstracto y cuantitativo, y la forma de explorar esta instancia se reduce a la comprensión de magnitudes entre numerales. Estos aspectos, darán lugar a otros modelos alternativos, entre los más destacados se encuentra el modelo de triple código de Dehaene y Cohen (1995).

Modelo De Triple Código De Dehaene Y Cohen (1995)

Es un modelo neuro-funcional, desarrollado como un modelo cognitivo formado por tres instancias representacionales o formatos de información numérica que pueden ser manipulados mentalmente. El modelo ha ido cambiando y actualizándose hasta llegar al modelo actual, así los autores incorporaron evidencia de los sustratos neurales de las representaciones.

Los autores postularon tres hipótesis funcionales:

La primera refiere a la existencia de tres códigos o formatos de manipulación mental, éstas son:

·*La representación analógica de las cantidades.* Refiere al significado cuantitativo y abstracto de los números. Postulan que los números se representan distribuidos en línea numérica (de izquierda a derecha), en la que la distancia entre los números consecutivos va disminuyendo a medida que crece el valor de aquéllos, de forma que dos números consecutivos grandes están más próximos entre sí que dos números consecutivos pequeños. Esta representación tiene sus sustratos neurales en las áreas parietales inferiores derecha e izquierda. El modelo predice que estas áreas se activan en tareas de procesamiento cuantitativo, dependiendo de la magnitud y la distancia numérica, pero no de la modalidad de entrada y salida ni del tipo de notación utilizado.

· *La representación de números en formato verbal-auditivo* en el que los números se representan como conjuntos de palabras sintácticamente organizadas, resultado de la activación de áreas perisilvianas del hemisferio izquierdo. De este modo, la representación de número involucra diferentes áreas del cerebro, incluyendo la corteza parietal inferior, considerada como fundamental para el dominio de conocimientos básicos de matemática.

· *La representación de números en formato Arábigo visual:* refiere a la forma visual de los números arábigos que permite la manipulación espacial de éstos e implica representación de los números en una lista ordenada de dígitos. Este tipo de código sería ideográfico, en el que cada símbolo representa una palabra o una unidad fonológica. La representación de éste código estaría sustentado por la corteza occípito temporal ventral inferior de cada uno de los dos hemisferios cerebrales (Jacubovich, 2006).

Procedimientos diferentes de transcodificación

Cada procedimiento numérico o tarea a realizar va necesariamente ligado a un código de entrada y de salida específico. Es decir que cada manipulación mental de un número requiere uno u otro código, lo que implica que la solución de una tarea puede requerir más de una transcodificación (Gómez Pastor, 2008).

Los procedimientos como recorridos específicos entre códigos fijos de entrada y de salida: va a depender del tipo de operación mental.

- Comparación de magnitudes: codificado como línea numérica.
- Multiplicación y sumas sencillas: memoria de asociación verbal entre números.
- Sustracción: operación que usa la representación de cantidades.
- Operaciones multi dígito: resolución mental a través del código arábigo visual y representación visual de dígitos alineados.

El modelo del triple código implica que hay dos rutas para el cálculo sencillo (Cohen & Dehaene, 2000; Dehaene y Cohen, 1997) Hay una *ruta directa o asemántica* y la *ruta indirecta o semántica.*

La ruta directa o semántica es la que transcodifica de manera automática los numerales arábigos en numerales verbales (3 x 4 a “tres por cuatro”). En esta ruta, la solución se activa automáticamente e incluye tres etapas: a) la identificación visual de los numerales arábigos, b) su transcodificación en numerales verbales, y c) el completamiento la secuencia verbal. En esta última etapa estaría implicado un circuito cortico-subcortical que incluye los ganglios basales y el tálamo, responsable del control de la secuenciación. Esta ruta es la que utilizamos para el cálculo sobreaprendido (sumas y multiplicaciones de un solo dígito).

La *ruta indirecta o semántica*, es en la que los operandos se codifican como cantidades, se utiliza para operaciones básicas de resta y división. Estas representaciones, se encuentran sustentadas por la corteza parietal inferior de ambos hemisferios cerebrales y se pueden utilizar para el cálculo semántico. Los resultados de éste se pueden luego transferir desde la corteza parietal izquierda a la región perisilviana del mismo hemisferio cerebral, responsable del lenguaje, lo que permite verbalizarlos. Esta ruta se utilizará en la medida en que no disponemos de hechos aritméticos que permitan resolver una operación de cálculo (Gómez Pastor, 2008).

Los autores realizan un estudio de caso aislado con el que confirman su modelo. Este es el caso del paciente MAR (Dehaene y Cohen, 1997) que mostró una ejecución parcialmente preservada en tareas que tenían en común el requerimiento de una comprensión de la cantidad correspondiente a un número, pero no la producción verbal de las palabras que transmiten el resultado. Esto indicaría, por un lado, MAR había perdido parte de su conocimiento cuantitativo, es decir presentaba un déficit de categoría específica y, por otro, que el que le quedaba no lograba comunicarse con el sistema verbal. Presentando entonces, una desconexión total entre un sistema cuantitativo parcialmente dañado y un sistema verbal intacto.

Bases Anatómicas

Con el avance de las técnicas de neuroimagen y tras los estudios realizados en pacientes con lesiones cerebrales y sin lesiones, se pueden establecer las áreas corticales involucradas en el procesamiento numérico y el cálculo. Las diferentes habilidades necesarias dependen de un cúmulo de redes neuronales altamente especializadas que están en comunicación y varían los caminos posibles en función del tipo de tarea que se requiera (Dehaene, 2016).

En el área del lenguaje, ubicado en el hemisferio dominante (por lo general el izquierdo) particularmente en la región del lóbulo parietal donde se encuentra el giro angular, es la encargada de la comprensión y expresión de números en formato verbal, de la recuperación de factores aritméticos resultado de una asociación verbal, y con la memoria de corto plazo (Dehaene et al., 2003; Price & Ansari, 2011). Además, en el lóbulo parietal, particularmente en el surco interparietal y sus zonas adyacentes, constituyen el sustrato neural del sentido numérico, siendo la región central para los aspectos simbólicos (representación de la magnitud mediante dígitos) y para los no simbólicos (representación de magnitud mediante puntos, ángulos o líneas) del procesamiento numérico (Butterworth & Walsh, 2011).

La corteza occipito- temporal ventral media, es donde se procesan los numerales arábigos y se categorizan objetos o palabras escritas (Cohen & Dehaene, 2000; Dehaene y Cohen, 1995).

Los segmentos horizontales de los surcos interparietales de ambos hemisferios cerebrales son los encargados de procesar la representación abstracta de los números y la manipulación semántica de los mismos (Dehaene et al., 2003) .

El área prefrontal es responsable de los procesos de análisis, secuencia de acciones y abstracción necesaria para resolver problemas complejos. Las regiones perisilvianas izquierdas intervienen en la comprensión y procesamiento numérico en la realización de operaciones aritméticas (Dehaene & Cohen, 1995).

En síntesis, el hemisferio izquierdo responde a las capacidades aritméticas, por lo que es de gran importancia para el procesamiento del cálculo y uso de representaciones numéricas. El hemisferio derecho, por su parte, se destaca en el cálculo de semejanzas entre dos números, organización espacial de números y cantidades y ejecución de problemas abstractos (Dehaene & Cohen, 1995).

CAPÍTULO 4

Trastorno Específico del Aprendizaje: Discalculia

Las dificultades en las matemáticas son intrínsecas al aprendizaje numérico y al desarrollo, sin embargo, alrededor del 3 -5 % de niños escolarizados, presentan alteraciones severas en el aprendizaje adecuado de estas competencias matemáticas, denominadas Discalculia del Desarrollo (Ardila et.al, 2011)

Estas dificultades fueron descritas por primera vez en 1919 por el científico Henschen quien refirió a un trastorno adquirido en las habilidades de procesamiento y cálculo de números debido a un daño cerebral, utilizando el término Acalculia (Henschen, 1919).

Posteriormente, el neurólogo Gerstmann (1940) comenzó a tratar a las dificultades matemáticas como un subcomponente del Síndrome de Gerstmann originados por lesiones en la región parieto-occipital izquierdo, en y alrededor del giro angular (Gerstmann,1940, Ardila et.al, 2014). Describe este síndrome clínico asociado a lesiones en el giro angular del hemisferio izquierdo cuyos síntomas eran: agnosia dactilar, desorientación derecha-izquierda, agrafia y acalculia (dificultad numérica causada por lesión cerebral) (Ardila et al., 2014).

El término “discalculia del desarrollo” fue introducido por el psicólogo Kosc (1974) y definido como la dificultad en el aprendizaje de la aritmética que resulta desproporcionado en relación a la media para su edad y grupo poblacional, que no puede ser explicado por motivos socioculturales, pedagógicas, déficits sensoriales, o intelectuales generales.

De este modo, se diferencian los términos discalculia y acalculia. Discalculia es un trastorno del desarrollo de las habilidades matemáticas y el procesamiento numérico.

Mientras acalculia es adquirida, refiere a las dificultades producidas luego de una lesión cerebral (Shalev & Gross T-sur, 2001).

En la actualidad, el manual diagnóstico y estadísticos de trastornos mentales DSM V, categoriza a la discalculia dentro de los Trastornos específicos del Aprendizaje, dentro de una subcategoría denominada "dificultad matemática" (p40). Diferencia subcategorías donde se detallan los dominios que pueden estar afectados: 1. El sentido numérico, 2. Memorización de operaciones aritméticas, 3. El cálculo correcto o fluido, 4. El razonamiento matemático correcto. Se especifica que el rendimiento de los sujetos debe estar muy por debajo de la media poblacional según su edad cronológica, provocando un deterioro significativo en la actividad laboral o académica (American Psychiatric Association,2014). Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (2018) utiliza el término trastorno del desarrollo del aprendizaje con dificultades en las matemáticas y la define como: "un trastorno caracterizado por dificultades significativas y persistentes en el aprendizaje de habilidades académicas, relacionadas con matemáticas o aritméticas, como el sentido del número, la memorización de hechos numéricos, el cálculo preciso, el cálculo con fluidez, y el razonamiento matemático preciso" (Organización Mundial de la Salud, ICD-11, 2018).

Actualmente, al hacer referencia a discalculia aludimos a un trastorno específico del aprendizaje en la capacidad de adquirir habilidades matemáticas básicas, cuando no se explica por un déficit intelectual global o secundario a trastornos cognitivos en otros dominios, ni se debe a factores psicoactivos, socioculturales o pedagógicos (Dansilio, 2017). Otros autores agregan que es una discapacidad severa específica del aprendizaje que afecta la correcta adquisición de habilidades aritméticas, en niños cuyo desarrollo está dentro de la media en otras áreas de aprendizaje. Sin embargo, existe una alta comorbilidad con otros

trastornos del aprendizaje como la dislexia (Morsanyi et.al., 2018, Geary 2013, Szucs & Goswami 2013).

Prevalencia

Los estudios epidemiológicos revelan una prevalencia alta en la población infantil. En tal sentido, un alto porcentaje de niños que presentan severas dificultades en matemáticas son diagnosticados con discalculia del desarrollo, que persiste en edad adulta (Morsanyi, 2018). En un estudio de revisión en Reino Unido, Butterworth et al, (2011) estableció que la prevalencia de discalculia es entre el 5 y el 7%, similar al de la dislexia y al trastorno por déficit de atención. En otro estudio Pirce & Ansari (2013) establecieron que a nivel mundial afecta entre un 3 y un 6% de individuos aproximadamente. Temple (1994) refiere que un 6 % de los niños en edad escolar presentan una discalculia ya sea aislada o asociada a otro trastorno cognoscitivo.

En Argentina, no se cuenta con datos locales de la prevalencia de esta alteración.

Diversos estudios abordan la afección de la discalculia del desarrollo según el género. No existe consenso al respecto, ya que mientras un grupo de investigadores refieren a no haber diferencias entre hombres y mujeres (Ardila et al.,2011), otros describen una prevalencia mayor en mujeres que en hombres (Shalev et al.,2000, Dirks et al., 2008). Finalmente, investigadores como Barbaresi et al., (2005) y Reigosa Crespo et.al, (2012) coinciden en establecer mayor prevalencia en hombres que en mujeres.

Comorbilidad

Las dificultades en las matemáticas tienen un alto riesgo de estar asociadas a otros trastornos del neurodesarrollo. De este modo, un 25% de niños que presentan discalculia del desarrollo, tienen comorbilidad con dislexia o TDAH (Rapin, 2016).

La dislexia y la discalculia a menudo coexisten. Las investigaciones sugieren que hay una comorbilidad significativa entre estos trastornos. De este modo, un estudio de Nicolson et al., (2010) encontró que aproximadamente el 20-30% de los niños con dislexia también presentan dificultades significativas en matemáticas. Otros estudios refieren a una comorbilidad de entre el 50 y 64% (Barbaresi et al.,2005). Principalmente en los niños con dislexia, aparecen dificultades en aspectos numéricos que involucran representaciones verbales, como la recuperación de información como hechos matemáticos básicos ya que depende de las representaciones fonológicas en la memoria de largo plazo (De Smedt y Boets, 2010).

Algunas investigaciones demostraron una correlación significativa entre TDAH y discalculia aproximadamente del 11% (Butterworth y Kovas, 2013) que afecta principalmente las dificultades con el procesamiento numérico, comprensión matemática y la memoria de trabajo (Berch, 2005). El efecto adverso del TDAH en el funcionamiento académico, afecta el área matemática debido a las dificultades de los procesos atencionales, requeridos para las matemáticas (Tosto et al.,2015).

Etiología

Diversos estudios coinciden en que el origen de la discalculia del desarrollo podría estar relacionado con distintos factores tales como: predisposición genética, anomalidades

neurológicas, variables ambientales como la metodología de aprendizaje (Serra-Grabulosa, 2016 b)

La evidencia indica que los trastornos matemáticos pueden tener un componente hereditario, similar a lo observado en la dislexia. Se encontró que existe una mayor prevalencia en familiares de primer grado con discalculia, relacionada con problemas en el procesamiento numérico (Mazzocco & Myers, 2003).

En estudios con gemelos se detectaron altas tasas de concordancia: 0.73 en gemelos monocigotos y 0.56 en gemelos dicigotos (Alarcón et.al, 1997). En otros estudios se destacó que en las familias de niños con diagnóstico de discalculia, el 65% de las madres, el 40% de los padres y el 53% de los hermanos y el 44% de familiares de segundo grado, compartían el trastorno. Por tal motivo, el riesgo de presentarse en familiares de los afectados es entre el 5 y 10 % mayor que la población general (Shalev y Gross-Tsur.,2001).

Kovas y Plomin (2006) identificaron un conjunto de genes generalistas, que están relacionados con múltiples dificultades de aprendizaje, tales como la dislexia y la discalculia. Esto revela que, además de existir genes específicos característicos de cada trastorno, hay genes que pueden contribuir a un rango más amplio de dificultades de aprendizaje, con una base genética común para los déficits en habilidades matemáticas y de lectura.

Perfil neuropsicológico

La discalculia del desarrollo, no es un trastorno homogéneo, y en pocas oportunidades se encuentra en estado puro (Castro-Canizares et al., 2009). En tal sentido, el tipo de dificultad numérica y su gravedad presentan variaciones. Así es como por ejemplo, un niño puede resolver bien tareas simples de suma o resta, pero se desempeña significativamente

más bajo que niños sin discalculia de su misma edad, en problemas aritméticos complejos. Otros, al contrario, dominan hechos aritméticos básicos, pero no logran resolver situaciones problemáticas (Hanich et al.,2001).

Además, la discalculia presenta con frecuencia comorbilidad con otros trastornos del neurodesarrollo como dislexia, déficit de atención, dispraxia, entre otros. Existe, sin embargo, un trastorno específico en las habilidades numéricas, independientes de otros defectos cognitivos (Roselli et al., 2006).

Algunos investigadores como Ardila & Roselli (2002), Landerl et al. (2004) describen destrezas que pueden estar afectadas en niños con trastorno del cálculo: habilidades lingüísticas, perceptuales y atencionales. Otros estudios refieren a alteraciones en memoria semántica y memoria operativa (Geary & Hoard, 2005).

Existen diferentes perspectivas o explicaciones neuropsicológicas para la discalculia del desarrollo. Una refiere a que este trastorno es secundario a otros defectos cognitivos más amplios, es decir, que son resultados de defectos en la memoria, manejo espacial y habilidades lingüísticas (Roselli & Matutte, 2011). Otra postura atribuye la discalculia a la carencia del concepto básico de magnitud que impide la adquisición de habilidades matemáticas básicas (Butterworth, 2005).

Teniendo en cuenta la discalculia asociada a otras deficiencia cognitivas, se ha dado importancia central a la memoria operativa, es decir, a la capacidad mental responsable de tener activa la información y procesarla de manera temporal para ejecutar otra tarea. Implica la capacidad de monitoreo y dirección de la acción, atención sostenida y procesamiento de memoria a corto plazo que permita integrar y procesar la información (Ardila et al., 2011). De este modo, en numerosos estudios se encontró que en niños con discalculia, el desempeño es significativamente más bajo en tareas de memoria operativa tales como retención de

dígitos (Geary,2011; Keeler & Swanson, 2001). Sin embargo, estas dificultades no se observaron cuando la tarea mnésica no incluía números (Geary, et al.,2000; Mc Lean & Hitch, 1999). Roselli y colaboradores (2006) encuentran que los puntajes obtenidos en pruebas de memoria operativa predicen los puntajes en tareas matemáticas en niños con discalculia. Otros autores como Butherworth (2005), establece que la evidencia no es concluyente para relacionar memoria operativa con aprendizaje de las matemáticas, sino que se ha encontrado que no es exclusiva para este tipo de aprendizajes, por ejemplo, también se observa en niños con trastornos en el lenguaje (Fazio, 1999).

Otras dificultades halladas en la discalculia son los defectos espaciales y la memoria semántica. De este modo, algunos estudios sugieren que las dificultades en la representación de la magnitud, son secundarios a problemas espaciales; y las dificultades para resolver problemas numéricos se debe a la memoria semántica reducida, evidente en niños con discalculia y dislexia (Geary y Hoard, 2005).

Desde la perspectiva de la discalculia como un déficit en el sentido numérico, sugiere que los niños con discalculia, presentan dificultades en la representación espacial de las magnitudes en la línea numérica mental, impidiendo el desarrollo normal de los conceptos numéricos (Ashkenazi & Henik, 2010). Otro aspecto crítico que se ha encontrado en niños discalcúlicos es la ordinalidad, es decir, en la capacidad de ordenar y establecer relaciones entre los números (el número es mayor o menor que otro) (Tzelgov & Ganor-Stern, 2005). En los niños sin dificultades, este concepto ocurre de manera automática: primero la comparación de dos números es más fácil y rápida cuando los números son pequeños. Luego la comparación de la magnitud de dos números, varía en su tiempo de respuesta influido por la distancia entre los números comparados (efecto distancia). Se evidenció que la representación de los números en la línea numérica es diferente en los niños con discalculia, ya que presentan un efecto de distancia mayor, con más latencias en sus respuestas y número

mayor de errores (Mussolin, Mejias & Noel, 2010). Además, presentan dificultades para subitizar, es decir percibir la numerosidad de un solo golpe, (Koontz & Berch, 1996) y ausencia del efecto similar al Stroop en la congruencia del tamaño (Rubinstein & Henik, 2005).

Von Aster y Shalev (2007) proponen integrar la mirada entre el defecto en el sentido numérico y los problemas en las habilidades cognitivas. Establecen que requieren tanto de habilidades de memoria como de lenguaje para poder realizar la representación no verbal de magnitudes en la comprensión de números en código de palabras y en código arábigo, para también desarrollar los principios de ordinalidad y cardinalidad, para poder incrementar y automatizar la imagen espacial de los números en la línea numérica mental. Ya que requiere de entender no solo conceptos básicos de magnitud, sino asociarlos con representaciones simbólicas ordinales. Finalmente, establecen el carácter central de la alteración del sentido numérico en la discalculia, pero establecen que independientemente de cualquier otra comorbilidad, es importante tener en cuenta otros trastornos del desarrollo que puede influenciar en la discalculia.

Otros autores agregan que además, existe una dificultad en la orientación espacial y la organización visoespacial, relacionada a las habilidades de orientación espacial para comprender la disposición de los números en el espacio, como los gráficos, en tablas de multiplicar, realizar operaciones matemáticas que involucran cambios espaciales. Esta dificultad puede estar vinculada a disfunciones en el lóbulo parietal derecho, que está involucrado en el procesamiento espacial y la orientación visoespacial (Raghubar et al., 2010).

Las personas con discalculia a menudo presentan dificultades en las funciones ejecutivas, lo que afecta su capacidad para abordar problemas de manera organizada y eficiente. Principalmente en tareas que implican control inhibitorio ya que les cuesta evitar

distracción y comenten errores en cálculos simples de manera automática, generando baja eficacia al momento de resolver problemas numéricos (Von Aster & Shalev, 2007).

El procesamiento temporal y la capacidad de secuenciación de las tareas también están afectados en la discalculia. Por tal motivo, al momento de organizar información necesaria para realizar problemas complejos, aparecen errores en los pasos necesarios a seguir o dificultades para entender el orden de los eventos o la relación entre acciones consecutivas. (Von Aster & Shalev, 2007).

CAPÍTULO 5

Estado del Arte

Numerosos estudios señalan el ambiente familiar y la estimulación en el hogar, como un factor relevante a la hora de explicar la desventaja académica en la construcción de conocimientos matemáticos. De este modo el contexto cultural, del cual forman parte los escolares en sus hogares, sería un factor de gran influencia en el desarrollo académico. La cantidad y calidad de tiempo de interacción entre padres e hijos, los recursos materiales usados, las expectativas que los padres sostienen respecto a los logros académicos de sus hijos, entre diversos aspectos, son algunos elementos que determinan el contexto familiar y que contribuyen o no a producir aprendizajes en el niño (Bradley & Corwyn, 2016; Cervini, 2014; Mella & Ortiz, 1999)

En estudios anglosajones como los de Case et al., (1992) y Griffin et.al, (1994) se evidencia que existen diferencias en el sentido numérico relacionadas con el nivel socioeconómico. Al preguntar a los niños "¿qué número es mayor 4 ó 5?" los resultados diferían en función del nivel socioeconómico. Los de nivel alto daban la respuesta correcta en el 96% de los casos, contrastando con solo un 18% de respuestas correctas en los de bajo nivel. Además, explicaban la escasez de conocimiento con la falta de instrucción explícita en el hogar y con falta de experiencias de los niños con los adultos y con los hermanos (Case et al., 1992; Griffin et al., 1994).

Investigadores como Le Fevre (2009) en Canadá, se centraron en la importancia de la práctica en el hogar de actividades para el desarrollo de habilidades numéricas tempranas. Así, desarrollaron un estudio con 146 niños en edad preescolar, donde participaron además los padres completando un cuestionario de actividades que realizaban en sus casas con los

niños. El autor señala que la competencia numérica de los niños en el jardín de infantes es altamente predictiva de su adquisición de matemáticas en primero y segundo grado, lo que sugiere que las experiencias en el hogar antes de la escolarización son importantes para comprender cómo se desarrolla la aritmética. Concluyeron que existe una correlación entre las habilidades matemáticas en jardín de infantes y la frecuencia con que los padres realizan actividades informales con componentes cuantitativos tales como cartas, compras, cocina, entre otros (LeFevre et al., 2009). Las mismas se producen de manera espontánea a través de la realización de actividades en el hogar y diversas experiencias en el ambiente cotidiano del niño, sin embargo, no todos los niños tienen las mismas posibilidades (LeFevre et al., 2009).

En otro estudio Skwarchuk et.al, (2014) extendieron el modelo de alfabetización en el hogar desarrollado por (Sénéchal & LeFevre, 2002) a la numeración temprana. Probaron el modelo de experiencia aritmética en el hogar con una muestra de 183 niños. Los resultados concluyeron en que los informes de los padres sobre la exposición a la numeración informal a través de juegos compartidos predijeron habilidades numéricas no simbólicas, mientras que los informes de los padres sobre la exposición avanzada a la numeración formalizada predijeron habilidades numéricas simbólicas comunes en pruebas estandarizadas y en los planes de estudio de primer grado. Estos caminos sugieren una distinción entre las actividades en el hogar de los padres, entre las enseñanzas directas de conceptos numéricos y las actividades de estimulación general que se relacionan con diferentes competencias numéricas en los niños pequeños (Skwarchuk et al., 2014).

Además, otro estudio similar fue realizado en Estados Unidos por Bradley & Corwyn en (2016). Los mismos investigaron sobre la vida hogareña y el desarrollo de habilidades matemáticas, utilizando una encuesta para padres sobre elementos de la casa, donde participaron 1.017 niños concluye que la influencia del entorno hogareño en las habilidades matemáticas va a depender del momento cronológico en que los niños están expuestos a

ciertas influencias como juguetes y demás materiales. En tal sentido, puede ser menos crítica cuando los niños ya tienen cierto grado de autonomía. También se refiere a la relación con las habilidades lingüísticas. Así, cuando los padres realizaban mayor esfuerzo en estimular habilidades como vocabulario, memoria, habilidades metacognitivas, se observó un efecto colateral positivo en el desarrollo del razonamiento numérico. Finalmente, este estudio sugiere que la relación entre las inversiones de los padres y las habilidades cognitivas y no cognitivas es significativa. Las habilidades no cognitivas, como las tendencias motivacionales y las competencias de autorregulación, también contribuyen a las habilidades cognitivas en lectura y matemáticas (Bradley & Corwyn, 2016).

Por otro parte, diversas investigaciones coinciden en postular que el éxito en el aprendizaje de las matemáticas en la escuela primaria está mediado por el desarrollo del sentido numérico durante la primera infancia, y que la intervención durante el jardín de infantes resultaría clave para alcanzar un buen desempeño en el desarrollo de habilidades matemática en años posteriores (Dyson et al., 2015; Dyson et al., 2013).

En tal sentido, existe evidencia de investigaciones científicas en la que se ha constatado que las diferencias en el sentido numérico pueden llegar a desaparecer con la aplicación en edades tempranas de programas específicos. De este modo, Dyson, et al. (2013) realizaron una investigación en el distrito de Atlantic en Estados Unidos, que examinó los efectos de una intervención con un programa de estimulación del sentido numérico de 8 semanas para desarrollar competencias numéricas de niños con bajos ingresos de jardín de infantes (n = 121). La intervención se enfocó deliberadamente en conceptos de números enteros relacionados con contar, comparar y manipular conjuntos. Los niños fueron asignados aleatoriamente a un grupo experimental y uno de control. La intervención se llevó a cabo en pequeños grupos, sesiones de 30 minutos, 3 días por semana para un total de 24 sesiones. Las conclusiones a las que arribaron fueron que el grupo experimental hizo ganancias

significativas en relación con el grupo de control en un examen inmediato y tardío en una medida de aritmética temprana y en una prueba estandarizada de cálculo en pruebas inmediatas y posteriores (Dyson et al., 2013) .

En el 2015, el mismo autor junto a otros colaboradores realizaron una nueva investigación en Estados Unidos basada en un programa de intervención de sentido numérico en niños de bajo rendimiento escolar de jardines de infantes. El programa se enfocó en el entrenamiento de números básicos, relaciones numéricas y operaciones numéricas. Los niños (N = 126) fueron asignados aleatoriamente: dos grupos experimentales y un grupo de control. Se realizó un programa de intervención en sentido numérico seguida de una sesión de práctica de hechos numéricos básicos en un grupo experimental, otro grupo experimental se utilizó un programa de intervención idéntica de sentido numérico seguido por una sesión de práctica con una lista de números y finalmente un grupo de control sin cambios. Las intervenciones se realizaron en un grupo pequeño durante más de 24 lecciones de media hora. Ambos grupos experimentales se desempeñaron mejor que los controles en medidas de sentido numérico, fluidez aritmética y logró general de cálculo de matemáticas en el examen posterior inmediato. Sin embargo, se observó diferencias en ambos grupos experimentales, ya que los niños que realizaron la práctica de hechos numéricos básicos obtuvieron una ventaja adicional en relación a los niños que recibieron práctica de la lista de números, evidenciándose en los resultados de la prueba realizada 8 semanas después (Dyson et al., 2015).

Clements & Sarama, (2011) en un artículo de revisión refieren a varias intervenciones basadas en investigaciones en niños de 3 a 5 niños evaluados científicamente con efectos positivos. Una de éstas es el estudio conocido como Rightstart (Griffin et. al, 1994), y otro denominado Edificio Bloques (Clements & Sarama, 2007). Los autores del programa Rightstart teorizaron que los niños pueden construir por separado el recuento inicial, ideas

intuitivas de comparación de cantidades y nociones iniciales de cambio (por ejemplo, un grupo se hace más grande cuando se agregan elementos). Sobre esta base, las actividades fueron diseñadas para ayudar a los niños a que construyan cada competencia por separado para luego integrarlos. Este programa mejoró el conocimiento de los niños sobre el número y apoyó su aprendizaje de las matemáticas más complejas hasta primer grado (Griffin et al., 1994)

El programa Building Blocks (Clements & Sarama, 2007) tenía como enfoque básico encontrar las matemáticas centradas en las actividades propias de los niños. El plan de estudios fue diseñado para ayudar a los niños a entender y desarrollar el sentido numérico en sus actividades cotidianas, desde bloques de construcción hasta arte e historias, acertijos y juegos. Los objetivos principales eran desarrollar competencia en los dos dominios específicos: concepto de número (incluido el conteo y subitización) y operaciones aritméticas, conceptos espaciales geométricos. Los resultados documentados apuntaron a aumentar el conocimiento matemático de los preescolares de comunidades de bajos recursos.

En estudios realizados en países de Centro América, particularmente en Cuba, realizado por Rodríguez- García (2022) se investigó la influencia familiar en el desarrollo de habilidades para el procesamiento numérico en preescolares. Entre los resultados a los que se arribaron, se destaca la presencia en el marco familiar de estilos de relación y actividades que incluyen contenido numérico y cuantitativo, y cómo favorecen en el desarrollo de habilidades para el procesamiento numérico en los niños preescolares. Además, concluyen que los factores más significativos fueron: escolaridad de los padres, sus experiencias y actitudes hacia las matemáticas y la frecuencia con que comparten prácticas formales numéricas con sus hijos en el hogar (Rodríguez-García et al., 2022).

En México Vera et.al, (2014) midieron la relación entre las variables socioeconómicas y psicosociales en el logro académico en niños de escuelas públicas rurales y urbanas.

Trabajó con una muestra de 534 niños del primer ciclo escolar en el nivel básico, fueron evaluados en 4 ejes, a partir de las competencias básicas de matemáticas. Los resultados obtenidos indican que a mayor ingreso económico, aumenta el puntaje en el desempeño matemático. La evidencia encontrada mostró que la familia influye en el logro académico de los niños (Vera et.al, 2014).

Otro estudio realizado en México por Solovieva et, al, (2006), investigaron los efectos socioculturales sobre el desarrollo psicológico y neuropsicológico en niños preescolares. Para ello, analizaron los aportes de evaluaciones psicológicas y neuropsicológicas en niños preescolares procedentes de dos niveles socioculturales. Participaron 40 niños, 20 de escuelas urbanas y 20 de escuelas rurales. Se utilizó la evaluación psicológica del nivel de preparación para la escuela basado en la concepción de las neo-formaciones de la edad preescolar y la evaluación neuropsicológica infantil breve), basada en los conceptos de la escuela neuropsicológica de Luria (1969). Los resultados mostraron diferencias entre los dos grupos en las ejecuciones de las tareas de ambos instrumentos. Estas diferencias se manifestaron en el desarrollo de las esferas voluntaria, del pensamiento y de la función generalizadora del lenguaje, favorables al grupo urbano. Las diferencias indican una labilidad funcional de algunos factores neuropsicológicos (espacial y de programación y control) en el grupo rural. Se concluye que el nivel sociocultural tiene una influencia sobre el desarrollo psíquico del niño y que ambos tipos de evaluación hacen su propia aportación para determinar el nivel de preparación del niño para la escuela (Solovieva et al., 2006).

En Ecuador un grupo de investigadores Bojorque y Cabrera, (2017) estudiaron la relación entre el entorno de aprendizaje en el hogar de niños de primer año de educación básica y el nivel de instrucción de la madre con el desempeño numérico de los niños. En el estudio participaron 176 niños de escuelas públicas y privadas. Las principales conclusiones indicaron que ciertas características del ambiente de aprendizaje en el hogar, como las

actividades numéricas y de lectoescritura que los padres realizan con sus hijos, no se relacionan con el desempeño numérico de los niños. Sin embargo, el número de libros para niños disponibles en el hogar se relaciona predictivamente con su desempeño numérico. Además, encontraron que, el nivel de instrucción materna presenta una relación predictiva con el desempeño numérico de los niños (Bojorque & Cabrera, 2017).

En América del Sur particularmente en Uruguay, de León et.al, (2021) investigaron sobre actividades numéricas en el hogar y desempeño matemático en niños preescolares con una muestra de 37 diadas padres- hijos. Los resultados obtenidos mostraron una correlación significativa entre la frecuencia de realización de actividades numéricas en el hogar y el desempeño matemático de los niños. Existe una discusión acerca de posibles influencias del nivel socioeconómico en la capacidad de estimación de los niños (de León et al., 2021)

Von Hagen et al, (2017) realizaron un estudio sobre la construcción de los hechos matemáticos básicos en relación con el sexo, curso y nivel socioeconómico. Los resultados obtenidos brindaron evidencia de una marcada desventaja académica en el rendimiento matemático de alumnos provenientes de niveles socioeconómicos bajos. Los autores señalaron al ambiente familiar y la estimulación en el hogar, como el factor principal que produce las desigualdades académicas entre alumnos de diferente socioeconómico, y agregaron que también se le suman la confluencia de factores de riesgo provenientes del ámbito escolar (von Hagen et al., 2017).

En un estudio realizado en Chile, Susperreguy y cols. (2020) hicieron una nueva versión del Modelo de Numeración en el Hogar, usando modelado de ecuaciones estructurales. Participaron 390 niños preescolares, con una media de edad 4 años y 7 meses, y sus familias. Los niños debieron realizar tareas de numeración y alfabetización al comienzo de preescolar y ocho meses después. Por su parte, los padres informaron sobre las actividades de numeración en el hogar que realizaban con sus hijos, tanto formales (mapeo y

operaciones) como informales (juegos numéricos) y actividades de alfabetización. También se indagó sobre las actitudes y expectativas respecto a la numeración, alfabetización y rendimiento de sus hijos antes del ingreso a primer grado. Las principales conclusiones fueron que padres con actitudes más positivas hacia la numeración y mayores expectativas académicas reportaron una mayor frecuencia de actividades formales de numeración (mapeo y operacionales). Las actividades operacionales formales predijeron la estimación en la línea numérica y las habilidades de resolución de problemas. A su vez, las actividades informales (el conocimiento de los juegos de números por parte de los padres) predijeron las tareas aritméticas no simbólicas y de comparación de números no simbólicos de los niños, así como sus habilidades de resolución de problemas aplicados. Se determinó que los vínculos entre las actividades en el hogar y los resultados de numeración fueron específicos del dominio: los informes de los padres sobre las actividades de alfabetización no predijeron las habilidades tempranas de numeración (Susperreguy et al., 2020).

En Argentina, en un estudio de Cervini (2014) realiza un análisis de los efectos del origen social del alumno y del contexto socioeconómico de la escuela y de la provincia, en Matemática y Lengua de estudiantes del último año de la educación secundaria en Argentina. La muestra fue de 150 mil alumnos en 3.300 colegios. Se encontró que la distribución del rendimiento está afectada por la extrema segmentación socioeconómica institucional del sistema educativo y que el capital cultural familiar y contextual es el factor más importante (Cervini, 2014)

En Europa, Pardo y cols. (2020) en su estudio realizado en España, intentan conocer las relaciones entre las actividades aritméticas del hogar y habilidades de procesamiento numérico. Particularmente, entre las prácticas aritméticas formales e informales del hogar y las habilidades de proyección, de procesamiento numérico simbólico y no simbólico. La muestra se constituyó de 212 estudiantes de tercer curso de educación infantil y sus

correspondientes familias. Los estudiantes fueron evaluados en tareas de procesamiento numérico simbólico, no simbólico y de proyección, mientras que sus familias completaron un autoinforme de prácticas aritméticas en el hogar. Los análisis de regresión muestran una asociación negativa entre la práctica formal, además de las habilidades cognitivas generales, y la ejecución en procesamiento numérico básico, concretamente, en tareas de proyección. En resumen, la práctica aritmética formal tendría una mayor repercusión que la informal en una de las habilidades de procesamiento numérico básico consideradas en este estudio (proyección). Además, en este estudio se corrobora que los progenitores juegan un papel en la adquisición de las habilidades de procesamiento numérico básico de sus hijos principalmente en las actividades de aprendizaje aritmético en el hogar como contar, escribir números o realizar sumas sencillas están relacionadas con las habilidades de proyección de sus hijos (Pardo et al., 2020).

Gil Flores (2009) en España, estudió la relación entre los hábitos y actitudes de las familias para la lectura y la competencia básica en el alumnado. El estudio se realizó en estudiantes de quinto grado de escuela primaria y sus familias. Del mismo participaron un total de 3.859 familias, con hijos en 185 centros de las ocho provincias andaluzas. Se analizó cómo incidieron los hábitos lectores y las actitudes de las familias hacia la lectura sobre el nivel de desarrollo alcanzado por los hijos en la competencia matemática y la competencia en comunicación lingüística. Los resultados alcanzados determinaron que existe mayores niveles de competencia en el alumnado cuyos padres presentan mejores actitudes hacia la lectura y declaran dedicar mayor número de horas semanales a esta actividad. Además, afirmaron el interés de estas variables para caracterizar el contexto sociofamiliar en que se desenvuelve el alumno y valorar, en función de éste, los resultados de aprendizaje logrados en las instituciones escolares (Gil Flores, 2009).

En otro estudio realizado en España por Fernández-Abella y cols (2020), diseñaron e implementaron un programa de intervención educativa virtual, basado en el aprendizaje interactivo mediante juegos de gestos, para mejorar la memoria de trabajo y las habilidades matemáticas básicas en niños de Educación Infantil. Para ello se utilizó un diseño factorial de medidas repetidas con un factor intergrupo (control, papel y lápiz, y tecnológico) y un factor intragrupo (pretest-postest). Del mismo participaron 90 niños y niñas de entre 5 y 6 años, distribuidos en tres grupos de 30 sujetos: grupo tecnológico: recibió la intervención en formato virtual, grupo papel y lápiz: recibió la misma intervención en formato tradicional, grupo control: no recibió ninguna intervención. Entre las principales conclusiones se encontró que ambos grupos que recibieron la intervención (tecnológico y papel y lápiz) mostraron mejoras significativas en la memoria de trabajo y en las habilidades matemáticas básicas en comparación con el grupo control. No se observaron diferencias significativas entre los grupos de intervención, lo que sugiere que la estructura y el contenido de las tareas, más que el formato (virtual o tradicional), son los factores clave en la mejora de las habilidades evaluadas. El estudio destaca la eficacia de programas de intervención estructurados y bien diseñados para el desarrollo cognitivo y matemático en la educación infantil, independientemente del formato utilizado (Fernández-Abella, et.al, 2020).

En Reino Unido, el equipo de investigadores de Purpura y cols (2022) analizaron las experiencias de aprendizaje en el hogar que predicen mejor las habilidades numéricas tempranas en niños preescolares. La muestra estuvo compuesta por 267 niños en edad preescolar, alrededor de 4 años. Se encuestó además los padres/cuidadores primarios, quienes brindaron información sobre las experiencias de aprendizaje en el hogar. Concluyeron que las experiencias de alfabetización en el hogar (como el conocimiento de los sonidos de las letras) fueron tan predictivas de las habilidades numéricas como las experiencias específicamente matemáticas. Así es que destacaron que las actividades centradas en el lenguaje y la

alfabetización posiblemente refuercen habilidades cognitivas generales (como la memoria de trabajo, la atención y la autorregulación), que luego facilitan el aprendizaje de conceptos numéricos. El estudio destaca la importancia de adoptar una perspectiva más amplia y multidimensional al evaluar el entorno de aprendizaje en el hogar, en lugar de centrarse únicamente en actividades explícitamente matemáticas (Purpura, et. al, 2022).

A modo de síntesis y tras realizar un análisis exhaustivo de antecedentes a nivel mundial, numerosos estudios revelan que el ambiente familiar y la estimulación en el hogar son factores cruciales para el desarrollo de habilidades matemáticas en los niños. Otros factores como contexto cultural, las interacciones padres-hijos, los recursos materiales, y las expectativas académicas de los padres influyen significativamente en el aprendizaje matemático. También se observa que el nivel socioeconómico y la calidad de la instrucción en el hogar impactan directamente en el rendimiento de las habilidades matemáticas de los niños. La práctica de actividades numéricas formales e informales en el hogar, así como la actitud positiva y las expectativas de los padres hacia las matemáticas, están correlacionadas con mejores habilidades numéricas. Además, un número significativo de estudios revelaron que intervenciones específicas en edades tempranas pueden mitigar las diferencias en el sentido numérico, destacando la importancia de la estimulación y el apoyo familiar para lograr un desempeño académico exitoso en matemáticas.

PARTE II: Metodología

CAPÍTULO 6

Metodología

Planteo del Problema

El desarrollo de habilidades matemáticas básicas en la etapa preescolar sienta las bases para las habilidades matemáticas complejas y el desarrollo de otras áreas cognitivas como la atención, memoria y funciones ejecutivas (Jordán & Levine, 2009; Cragg & Gilmore, 2014). Sin embargo, la relación entre las actividades cotidianas en el hogar y el desarrollo de estas habilidades en los niños de 5 años es un área que requiere mayor investigación.

El primer entorno en el cual los niños aprenden y se desarrollan es en sus hogares, por eso la frecuencia con la que realizan diversas actividades, el tipo de tarea que hacen con las personas cuidadoras y la interacción con ellas influyen en el desarrollo de dichas habilidades y cómo aprenden e internalizan diferentes conceptos matemáticos (Skwarchuk et al., 2014; Niklas & Schneider, 2017).

La evidencia es creciente respecto a la relación entre el entorno en el hogar y las habilidades matemáticas de inicio temprano; sin embargo, es importante dilucidar cómo las actividades cotidianas en el hogar contribuyen al desarrollo de habilidades matemáticas. Así es importante analizar factores como el nivel de participación de los padres, la calidad de las interacciones y las diferencias socioeconómicas afectan el aprendizaje matemático en los primeros años de vida (LeFevre et al., 2009).

En este sentido es que surgió el problema que motivó esta investigación: ¿Cuál es la relación entre el rendimiento de las habilidades matemáticas básicas en preescolares y el entorno de aprendizaje en el hogar, de niños de la ciudad de Neuquén y Río Negro? ¿Qué actividades, actitudes y tareas del entorno del hogar resultan relevantes para el desarrollo de habilidades matemáticas básicas?

Se espera que la investigación proporcione datos empíricos que ayuden a entender el impacto del entorno del hogar en el desarrollo temprano de habilidades matemáticas, aportando información valiosa para la creación de intervenciones educativas y neuropsicológicas que favorezcan el aprendizaje en esta etapa del desarrollo.

La información arrojada de esta investigación permite el desarrollo de futuras estrategias didácticas- pedagógicas para el hogar y nivel inicial para abordar de manera explícita y sistemática la enseñanza de las habilidades matemáticas básicas en jardines de infantes. Además, esta investigación aporta un cuestionario validado para nuestra población que permite a los cuidadores poner en práctica actividades diarias que favorezcan el desarrollo de habilidades matemáticas básicas.

Objetivos e Hipótesis

Objetivo general

1. Caracterizar el rendimiento en las habilidades matemáticas básicas no simbólicas y simbólicas alcanzado por niños preescolares.
2. Analizar la relación entre las habilidades matemáticas básicas y el entorno de aprendizaje en el hogar en niños de sala de 5 años, de la ciudad de Neuquén, provincia de Neuquén y Cipolletti, Río Negro.

Objetivos específicos

1. Evaluar la cantidad máxima de elementos subitizados en niños de preescolar y su velocidad para hacerlo.
2. Analizar la capacidad para contar cantidad de elementos.
3. Evaluar el reconocimiento de numerales arábigos y su capacidad para asociarlos a las cantidades que representan.
4. Estudiar la capacidad para estimar y discriminar cantidades.
5. Caracterizar tipos de actividades realizadas en el entorno del hogar del niño en edad preescolar.
6. Estudiar el vínculo entre las actividades realizadas en el entorno del hogar y su rendimiento en las distintas habilidades matemáticas evaluadas.

Hipótesis

1. La capacidad para **subitizar** a los 5 años de edad se asocian significativamente con los puntajes obtenidos en la escala de entorno de aprendizaje en el hogar.

2.La capacidad para **estimar cantidades** a los 5 años de edad se asocian significativamente con los puntajes obtenidos en la escala de entorno de aprendizaje en el hogar.

3. La capacidad para **discriminar cantidades** a los 5 años de edad se asocian significativamente con los puntajes obtenidos en la escala de entorno de aprendizaje en el hogar.

4. El **reconocimiento y la comprensión de numerales arábigos** a los 5 años de edad se asocian significativamente con los puntajes obtenidos en la escala de entorno de aprendizaje en el hogar.

Importancia del Estudio

El valor de esta investigación es de tipo básico. Brinda datos actualizados de la realidad local que permite caracterizar el rendimiento de las habilidades matemáticas básicas en niños de jardín de infantes y relacionarlo con la frecuencia de actividades que se realizan en el entorno del hogar. También aporta información en materia de qué dificultades en el desarrollo de habilidades matemáticas básicas se presentan, lo que podría determinar ciertos indicadores de riesgo previo al ingreso a la educación formal. Por lo tanto, aporta información valiosa tanto para el ámbito educativo ya que permite realizar una intervención temprana en jardín de infantes, como para el clínico donde es posible pensar un plan de estimulación cognitiva apropiado para favorecer el desarrollo de habilidades matemáticas básicas.

Método

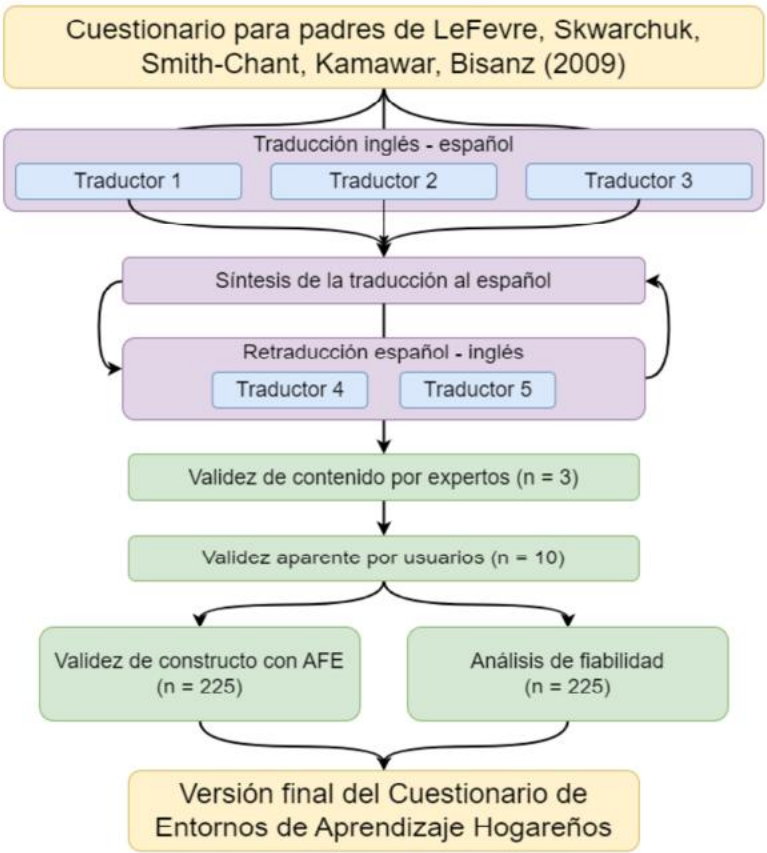
El estudio incluyó dos etapas. En un primer momento, se realizó un trabajo de traducción, adaptación y validación del Cuestionario de Entorno de Aprendizaje en el Hogar ya que no se contaba con un instrumento validado localmente para evaluar esta variable. En un segundo momento, se realizó el estudio dirigido a responder a los objetivos específicos de esta tesis. Para mayor claridad, la metodología y los resultados se presentan agrupados por dichas etapas.

Primera etapa: estudio de adaptación y validación del Cuestionario Entorno de Aprendizaje en el Hogar.

Debido a que números estudios han detectado efectos del contexto hogareño de aprendizaje sobre el desarrollo de las habilidades matemáticas en niños, es que se buscó adaptar un instrumento a la población local que permita objetivar la medición de esta variable. Por tal motivo es que se seleccionó el cuestionario para padres de Le Fevre denominado Cálculo Numérico en el Hogar (LeFevre et al., 2009). El proceso de validación incluyó una serie de etapas y procedimientos (Figura 6).

Figura 6

Resumen del proceso de validación del instrumento.



En primer lugar, se debió traducir el cuestionario original en idioma inglés, al español. Para ello, se hicieron 3 traducciones con 3 profesionales independientes con el

objetivo de obtener la mayor precisión en los términos empleados. Luego, a partir de esas tres versiones, se elaboró una síntesis de la traducción al español. Finalmente, tomando la última versión traducida al español, se volvió a traducir al idioma inglés por dos traductores diferentes. El objetivo fue evaluar la concordancia y la claridad del contenido entre la versión final y la original.

En un segundo momento, se procedió a juicio por validación de expertos. Para ello, se formó un panel de 3 expertos con un promedio de 25 años de experiencia en la temática, quienes debieron calificar cada uno de los ítems en relación a la claridad, coherencia, relevancia y la suficiencia del conjunto de ítems para describir el constructo utilizando una escala Likert de 4 puntos (1. No cumple con el criterio, 2. Nivel bajo, 3. Nivel moderado, 4. Nivel alto). La claridad respecto a la comprensión del ítem a nivel sintáctico y semántico. Coherencia respecto a la relación lógica con la dimensión que se buscaba medir. Relevancia respecto a la importancia o esencialidad de incluir cada ítem. Luego se realizaron dos iteraciones. En la primera, se evaluaron el nivel de acuerdo entre las expertas utilizando el coeficiente AC1 de Gwet. Se modificaron aquellos ítems con un nivel bajo de acuerdo (0.67 o menor) y/o con puntajes bajos de coherencia, claridad o relevancia (puntaje 1 o 2). Se agregaron ítems sugeridos por las expertas para alcanzar un nivel de suficiencia alta. En la segunda iteración, la versión final del cuestionario obtuvo niveles de acuerdo altos y puntajes moderados o altos para todas las medidas de calidad (relevancia, claridad y coherencia). Además, se obtuvo un índice de validez de contenido de 1 (Yusoff, 2019).

En un tercer momento, se realizó la valoración de la validez aparente. Para ello, 10 personas cuidadoras de niños de entre 3 y 8 años, debieron asignar un puntaje de 1 o 0 a cada uno de los ítems, con el objetivo de indicar si éstos resultaban claros y comprensibles. De este modo, se pudo obtener un índice de validez aparente total de 0.98 (Yusoff, 2019), donde el índice asociado a cada ítem es mayor a 0.70.

En un cuarto momento, se procedió a realizar la validez del constructo. Para lo cual, madres, padres y personas cuidadoras de niños y niñas de entre 3 y 8 años completaron el cuestionario. Los datos fueron recabados entre el 01/02/2023 y 31/12/2023. Incluyó respuestas de 225 participantes. De las personas cuidadoras el 90.2% es de género femenino y 9.8% de género masculino, con una edad promedio de 38.71 (DE = 6.16). Sus respuestas correspondieron a 48 % de niñas y 52 % de niños, con una edad en meses promedio de 71.28 (DE = 21.55). De los niños y niñas sobre los que se respondió el cuestionario, 1.3% tenían alteraciones sensoriales (daltonismo e hipoacusia) y 4.9% dificultades del aprendizaje o de adquisición del lenguaje.

Se realizó un análisis paralelo que permitió identificar la cantidad de factores a extraer (4). Luego, se ajustó un análisis factorial exploratorio con 4 factores, rotación varimax y mínimo residuo como método de estimación. Se analizaron las cargas factoriales asociadas a cada ítem, para luego eliminar aquellos ítems con cargas menores a 0.40 o que carguen más de un factor, éstos son:

- Cantidad de libros de adultos disponibles en el hogar.
- Cantidad de libros infantiles disponibles en el hogar.
- Si el/la niño/a diferencia números de letras.
- Frecuencia con que la persona cuidadora y el/la niño/a juegan con bloques.
- Frecuencia con que la persona cuidadora y el/la niño/a juegan con números magnéticos.
- El nivel de acuerdo de la persona cuidadora con la necesidad de practicar matemáticas en el hogar cotidianamente.

Finalmente se elaboró la versión final del cuestionario. Se obtuvo que:

- Factor 1- importancia asignada a distintos aprendizajes: 8 ítem explica el 17,4% de la varianza total.

- Factor 2-Frecuencia de actividades realizadas en el hogar: 22 ítems explican el 13.3% de la varianza total.
- Factor 3- Posición de la persona cuidadora hacia las matemáticas: 4 ítems, explica el 6.5% de la varianza total.
- Factor 4- Posición de la persona cuidadora hacia la lectura: 5 ítems, explica el 6.2% de la varianza total.

Respecto a la consistencia interna, se utilizó el Omega de McDonald y se obtuvo:

- Factor 1: 0,9%
- Factor 2: 0.93%
- Factor 3: 0.83%
- Factor 4: 0.82%
- Global: 0.92%

Segunda etapa: asociación entre las habilidades matemáticas básicas y el entorno de aprendizaje en el hogar

Diseño

El Diseño de investigación de la segunda etapa fue no experimental, transversal, descriptivo-correlacional.

Es no experimental en tanto no se manipulan las variables independientes de manera deliberada, sino que se observan fenómenos que son parte de la realidad sin que el investigador intervenga (Hernandez Sampieri et al., 2006).

Además, es transversal ya que se buscó describir cada variable en un momento determinado, ya que se hizo en un corte en el tiempo. Es correlacional ya que se investigó

la relación entre habilidades matemáticas básicas y el contexto familiar en niños de preescolar.

Participantes

La muestra se conformó por 47 niños de ambos sexos (22 - 46.81% - de sexo femenino) con una media de edad en meses de 65.91 (DE = 5.51). Los niños formaron parte de dos jardines de infantes en sala de 5 años. Un jardín de gestión pública de la ciudad de Cipolletti, Río Negro. Otro jardín de gestión privada, ubicado en la ciudad de Neuquén, provincia de Neuquén.

En el jardín de infantes de Río Negro, participaron 27 niños de dos salas del turno tarde. En el jardín de infantes de Neuquén, participaron 20 niños de dos salas, de turno mañana y turno tarde.

Los criterios de inclusión de la muestra fueron que los niños asistieran a la sala de 5 de jardín de infantes y que las personas cuidadoras completaran el cuestionario de Aprendizaje en el Hogar. Se excluyó de los análisis datos pertenecientes a niños con trastornos sensoriales visuales o auditivos severos, cognitivos, del lenguaje, neurológicos o psiquiátricos reportados por los padres o la institución escolar. La participación fue anónima y voluntaria, con el consentimiento informado de los padres.

En cuanto a las personas cuidadoras, el 80.85 % de la muestra estuvo conformada por personas de género femenino y un 19.15% por género masculino. En relación al vínculo con el niño o niña, en un 82.98% fueron madres, un 14. 98 % fueron padres y 2.13% abuelo/a. El nivel educativo de las personas cuidadoras fue 38.30% personas que tienen nivel universitario o terciario completo. Un 12.77% tienen un nivel universitario o terciario incompleto, un 21.28% tienen secundario completo, un 17.02% tienen secundario

incompleto, un 4.26 tienen primaria completa, y finalmente un 6.38% tienen el nivel primario incompleto. A continuación, pueden observarse en las tablas y gráficos subsiguientes (tabla 1)

El procedimiento de selección de la muestra fue no probabilístico, por conveniencia (Hernandez Sampieri et al., 2006).

Tabla 1

Caracterización de la muestra de personas cuidadoras.

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Nivel Educativo	Primario incomplete	3	6.38
Nivel Educativo	Primario complete	2	4.26
Nivel Educativo	Secundario incomplete	8	17.02
Nivel Educativo	Secundario complete	10	21.28
Nivel Educativo	Universitario o Terciario incompleto	6	12.77
Nivel Educativo	Universitario o Terciario completo	18	38.30
Género	Hombre	9	19.15
Género	Mujer	38	80.85
Vínculo	Madre	39	82.98
Vínculo	Padre	7	14.89
Vínculo	Abuelo/a	1	2.13

Instrumentos

Para llevar a cabo la evaluación, se utilizó la Batería de Habilidades Matemáticas Básicas (Formoso et al, 2017). La misma está compuesta por 5 tareas informatizadas que permiten evaluar estimación de cantidades, subitización, conteo, conocimiento y comprensión de numerales arábigos.

- Discriminación de cantidades: evalúa la capacidad de estimar cantidades del participante, independientemente del conocimiento matemático simbólico como palabras número o numerales arábigos. Consiste en la presentación simultánea de dos conjuntos de puntos de alto contraste en la pantalla de una computadora, uno a cada lado de la misma. En cada ensayo el niño debe decidir cuál de los conjuntos es el más numeroso presionando el botón izquierdo o derecho de una botonera, según corresponda. La imagen permanece en la pantalla un máximo de 3 segundos o hasta que el participante presione un botón, evitando así que el niño cuente los elementos individuales. La tarea incluye 4 ensayos de entrenamiento y 16 ensayos de prueba. El puntaje obtenido equivale al total de respuestas correctas. También se registra el tiempo de respuesta en segundos.
- Estimación de cantidades: se le pide al niño que identifique rápidamente la cantidad de puntos presentes en 20 matrices de uno a diez puntos distribuidos irregularmente en la pantalla. Cada cantidad se presenta dos veces y permanece en la pantalla hasta que el niño emite una respuesta verbal, la cual es registrada por la computadora. Luego se analiza la precisión y el tiempo de respuesta (TR) para cada ensayo individual. Solo los TR resultantes de respuestas correctas se

usan para el análisis posterior. La tarea incluye cuatro ensayos de entrenamiento y veinte ensayos de prueba. A partir de esta prueba se obtienen los puntajes de subitización y conteo.

- Numerales arábigos: La evaluación del reconocimiento y comprensión de los numerales arábigos incluye tres pruebas:

  - *Reconocimiento:* evalúa si el niño reconoce los números arábigos 1 a 9. Se pide a los participantes que nombren tan rápido como puedan los dígitos que aparecen en la pantalla de la computadora. Éstos se presentan uno tras otro y de forma aleatoria, para evitar que el niño utilice la secuencia convencional de conteo para acceder a la etiqueta correcta. Los estímulos se presentan durante 5 segundos, ya que se espera que sean reconocidos sin esfuerzo. La tarea incluye 2 ensayos de entrenamiento y 9 ensayos de prueba. Se registra la precisión de la respuesta, es decir, si es correcta o incorrecta, y el tiempo de respuesta es segundos.

  - *Emparejamiento:* evalúa si el niño conoce las cantidades que cada dígito representa. Para ello, en una pantalla se muestra simultáneamente un dígito (2 a 9) y un conjunto de puntos. El niño debe decidir, lo más rápido posible, si la cantidad coincide con el número presionando un botón en una botonera. La prueba consta de 4 items de entrenamiento y 16 de prueba. Se registra la precisión de la respuesta, es decir, si es correcta o incorrecta, y el tiempo de respuesta es segundos.

  - *Línea numérica:* evalúa la capacidad del niño para asociar un dígito con una ubicación espacial específica y una posición en relación a otros números. Consiste en la presentación de una línea que comienza en 1 y que termina en 10 o 20 (dependiendo de la dificultad del ítem). Al niño se le da un numeral arábigo como blanco y él estimar la ubicación del mismo en la recta y señalar con el mouse. La tarea incluye 4 ensayos de entrenamiento y 12 de prueba (Formoso et al., 2017). Se calcula

el tiempo de respuesta en segundos y la distancia entre el número blanco y la posición indicada por el niño.

Cuestionario de Entorno de Aprendizaje en el Hogar (Formoso et.al, 2023). Para caracterizar el entorno de aprendizaje en el hogar se utilizó un cuestionario semi estructurado con preguntas cerradas y abiertas, auto administrables para los padres, madres o persona cuidadora de la/el niña/o. El mismo se basa en el cuestionario para padres de Le Fevre denominado Cálculo Numérico en el Hogar (LeFevre et al., 2009) que debió ser adaptado y validado.

El cuestionario evalúa: 1. La frecuencia en la que la madre, padre o persona cuidadora realizan actividades de conocimiento numérico en el hogar. En el mismo se describen 22 actividades que los cuidadores deben responder: nunca, 2 o 3 veces por semana, 1 vez por semana, casi todos los días, no aplica. 2. La actitud de madre, padre o persona cuidadora hacia las matemáticas. Deben responder el grado con el que acuerdan con 9 afirmaciones. Para ellos respondieron: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni en acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo. 3. La importancia percibida de los logros tempranos de objetivos relacionados con el aprendizaje de las matemáticas, antes del ingreso al jardín de infantes. Para ello debieron responder con: No es importante, es un poco importante, es medianamente importante, es importante o es muy importante. Para cada dimensión se obtuvo un puntaje numérico.

Procedimiento

La investigación se llevó a cabo en dos jardines de infantes, uno de gestión privada y otro público, ubicados en zona centro de la ciudad de Neuquén y zona de circunvalación de la ciudad de Cipolletti, Río Negro. En primer lugar, se obtuvo la aprobación de ambas

instituciones educativas. Posteriormente, se realizó una reunión informativa con los padres y/o tutores de los niños participantes, en la cual se explicó el objetivo del estudio y el procedimiento a seguir. Se solicitó el consentimiento informado, asegurando la confidencialidad de los datos y el anonimato de los participantes.

Una vez definida la muestra, se procedió a la aplicación de una batería informatizada de habilidades matemáticas, de forma individual, en una única sesión de aproximadamente 40 minutos, realizada en la institución escolar en un ambiente controlado, libre de ruidos y distractores. La evaluación se llevó a cabo utilizando una computadora.

Paralelamente, a los padres, madres o cuidadores de los niños que participaron se les envió el Cuestionario de Entorno de Aprendizaje en el Hogar por medios digitales (correo electrónico) y también en formato papel. El cuestionario, autoadministrable y de una duración estimada de 10 minutos, incluyó preguntas cerradas y abiertas para obtener información sobre las actividades de aprendizaje numérico en el hogar.

Análisis de datos

El análisis de los datos incluyó la caracterización del rendimiento de los participantes mediante medidas de tendencia central (media y mediana), dispersión (desvío estándar y rango intercuartílico), posición (cuartiles) y distribución (asimetría, curtosis y test de Shapiro-Wilk) para las variables cuantitativas, y frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas. Además, se utilizaron representaciones gráficas como boxplots, gráficos cuantil-cuantil y gráficos de barra.

Para analizar la relación entre las habilidades matemáticas básicas y el entorno de aprendizaje en el hogar, se realizaron análisis de correlaciones entre los puntajes de los subtests de la Batería de Habilidades Matemáticas Básicas y los puntajes obtenidos en las

dimensiones del cuestionario: (1) Frecuencia de actividades de conocimiento numérico, (2) Actitud de la persona cuidadora hacia las matemáticas y (3) Importancia percibida de los logros tempranos. Según la distribución de los datos, se emplearon los coeficientes de correlación de Pearson o Spearman.

Posteriormente, se llevaron a cabo análisis de regresión lineal múltiple para evaluar el efecto de las medidas del cuestionario sobre las habilidades matemáticas tempranas. Se verificó el cumplimiento de los supuestos de los modelos ajustados: normalidad de los residuos (test de Shapiro-Wilk y gráficos qq-plot), homocedasticidad (test de Breusch-Pagan y gráficos de residuos vs predicciones), colinealidad entre variables (factor de inflación de la varianza), y linealidad de las relaciones. En caso de incumplimiento de los supuestos, se aplicó regresión por cuantiles.

CAPÍTULO 7

Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la evaluación de las habilidades matemáticas básicas de los niños y el cuestionario sobre el entorno de aprendizaje en el hogar.

A continuación, se describirá el rendimiento de los niños en cada una de las habilidades matemáticas evaluadas: subitización, reconocimiento y emparejamiento de numerales arábigos, y discriminación de cantidades. Para ello, se reportarán las medidas de tendencia central, dispersión, posición y distribución de las variables, así como las frecuencias absolutas y relativas, cuando corresponda. Luego, se presentarán los resultados relacionados con la caracterización del entorno de aprendizaje en el hogar, incluyendo la frecuencia de actividades numéricas, la actitud de las personas cuidadoras hacia las matemáticas y la importancia percibida de los logros tempranos. Finalmente, se abordarán los análisis que estudian la relación entre el rendimiento en las habilidades matemáticas y el entorno de aprendizaje en el hogar, mediante correlaciones y análisis de regresión. Se detalla el efecto de las variables del entorno sobre cada habilidad matemática, evaluando el cumplimiento de los supuestos de los modelos y, en caso de ser necesario, aplicando regresiones por cuantiles. La organización de los resultados permite abordar de manera clara y estructurada los hallazgos de acuerdo con los objetivos específicos planteados.

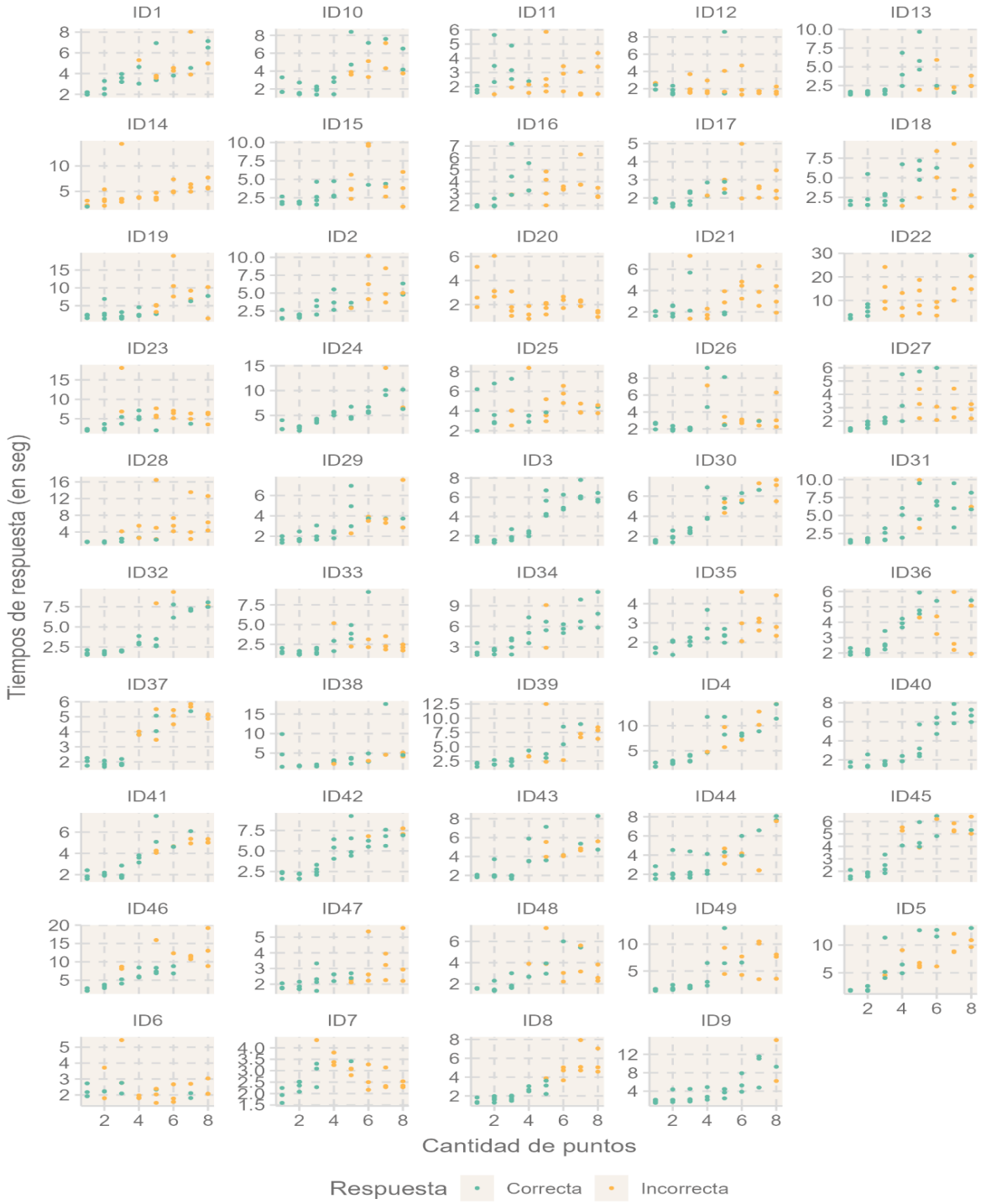
Habilidades Matemáticas Básicas

Definición Del Rango De Subitización

El rango de subitización de cada participante se determinó en base a su rendimiento en la tarea de estimación de cantidades (Figura 7). Este rango se define como la cantidad máxima de elementos que un participante puede identificar rápida y correctamente, antes de que los tiempos de respuesta comiencen a incrementarse de manera significativa debido a la necesidad de procesos cognitivos más lentos, como el conteo.

Figura 7

Tiempos de respuesta en segundos de cada participante para la tarea de estimación de cantidades en función del número de elementos.



Para calcularlo, primero se eliminaron los tiempos de respuesta asociados a respuestas incorrectas (en la figura 7, representados por los puntos amarillos). Este paso es crucial, ya que las respuestas incorrectas pueden estar asociadas con tiempos de reacción extremadamente bajos, simulando el proceso rápido y automático de subitización sin reflejar realmente el desempeño en esta habilidad. Se trabajó únicamente con las respuestas correctas, que son más representativas del proceso subyacente.

A continuación, se ajustó un modelo segmentado para cada participante, con el objetivo de identificar el punto de inflexión en los tiempos de respuesta en función del número de elementos presentados. Este modelo permite detectar el cambio en la pendiente de los tiempos de respuesta, que típicamente es plano o cercano a cero para rangos pequeños (indicativos del proceso de subitización) y se incrementa significativamente cuando el número de elementos supera la capacidad subitizable.

Finalmente, se generaron gráficos individuales para cada participante, mostrando la relación entre los tiempos de respuesta y el número de elementos. Estos gráficos permiten validar visualmente los resultados obtenidos por las regresiones segmentadas, asegurando que el rango de subitización calculado refleje correctamente los datos observados.

Análisis Descriptivos De Las Habilidades Matemáticas

En la Tabla 2 pueden observarse las medidas de tendencia central, dispersión y distribución de las habilidades matemáticas básicas: subitización, conteo, reconocimiento y emparejamiento de numerales arábigos, y discriminación de cantidades. Se considera que las variables con asimetría y curtosis con valores entre -1 y 1, o p valores no significativos (mayores a 0.05) en el test de Shapiro-Wilk tienen una distribución que no difiere significativamente de la normal. La figura 8 muestra la distribución de las variables.

Tabla 2

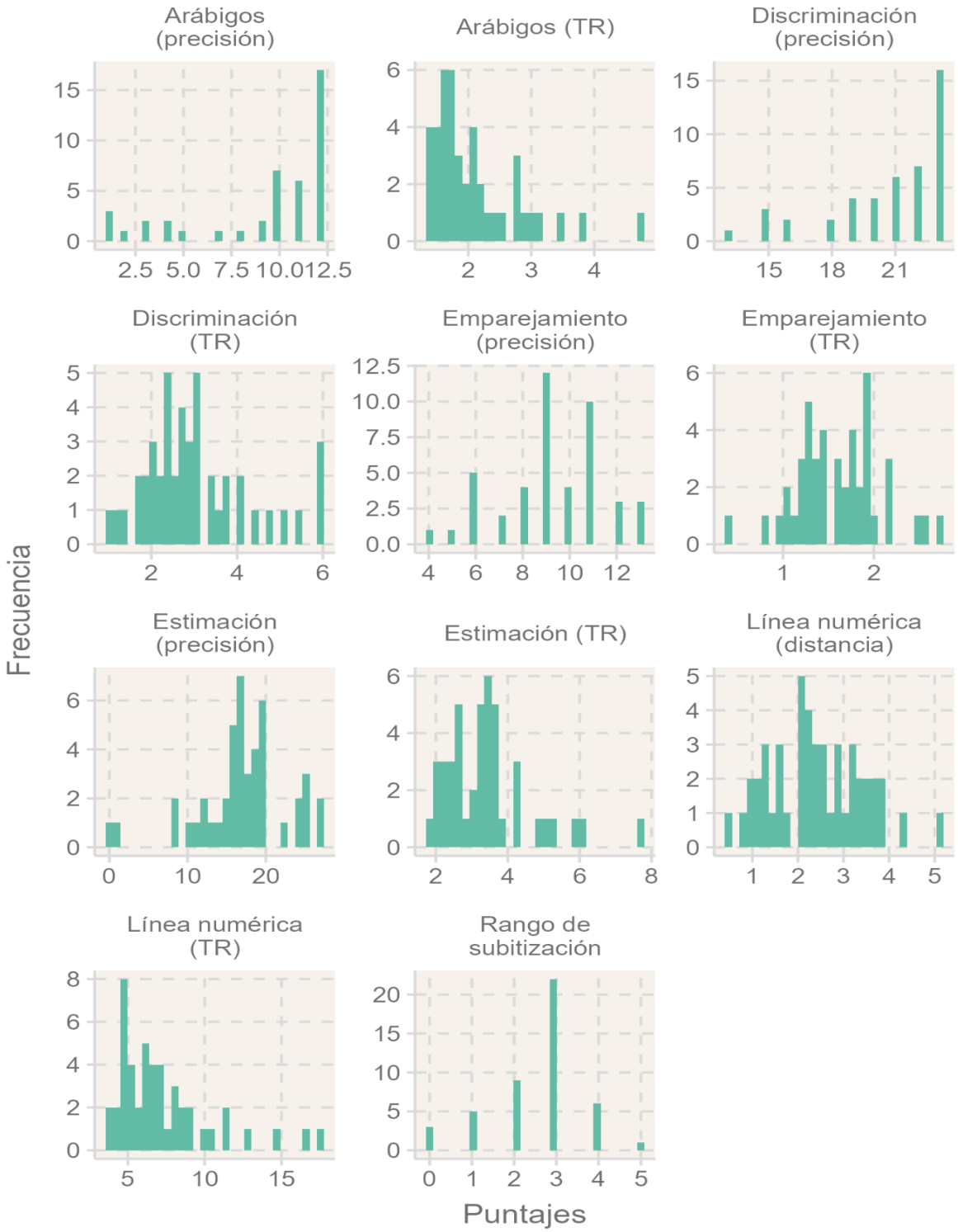
Estadísticos descriptivos y de distribución para las variables derivadas de la batería de habilidades matemáticas básicas

Variables	Media	DE	Mediana	RIC	Min	Max	Asimetría	Curtosis	p-valor
arabigos_acc_total	9.23	3.67	11.00	3.50	1.00	12.00	-1.18	-0.12	0.00
arabigos_rt_medio	2.10	0.72	1.81	0.75	1.35	4.70	1.58	2.43	0.00
discriminacion_acc_total	20.67	2.72	22.00	4.00	13.00	23.00	-1.14	0.29	0.00
discriminacion_rt_medio	3.04	1.24	2.78	1.35	1.06	5.99	0.86	0.09	0.00
emparejamiento_acc_total	9.29	2.20	9.00	3.00	4.00	13.00	-0.36	-0.55	0.06
emparejamiento_rt_medio	1.60	0.47	1.62	0.64	0.41	2.73	0.10	0.02	0.89
estimacion_acc_total	17.04	5.78	17.00	5.00	0.00	27.00	-0.81	1.13	0.01
estimacion_rt_medio	3.42	1.19	3.26	1.08	1.88	7.76	1.45	2.56	0.00
linea_dist_media	2.43	1.01	2.38	1.60	0.54	5.17	0.29	-0.38	0.71
linea_rt_media	7.31	3.18	6.45	3.27	3.70	17.45	1.53	1.99	0.00
rango_subitizacion	2.57	1.13	3.00	1.00	0.00	5.00	-0.57	-0.02	0.00

Nota. DE = desvío estándar, RIC = rango intercuartil, Min = valor mínimo, Max = valor máximo, p-valor = p-valor asociado al test de Shapiro-Wilk.

Figura 8

Gráficos de distribución de las variables derivadas de las habilidades matemáticas básicas.



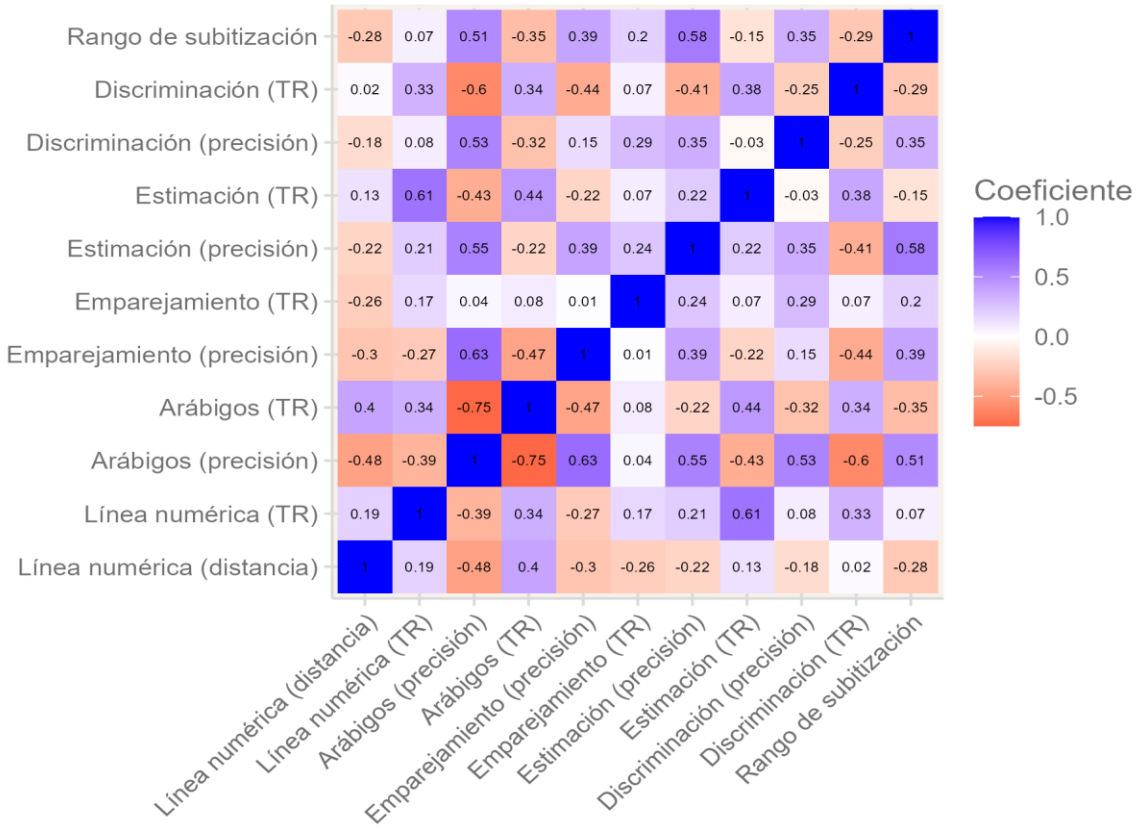
Asociación Entre Las Tareas De Habilidades Matemáticas Básicas

La Figura 9 muestra la asociación entre las distintas tareas de la Batería de Habilidades Matemáticas Básicas. Se observa que existen asociaciones positivas fuertes entre diferentes medidas de habilidades matemáticas básicas, lo que sugiere una relación entre estas tareas. Tal es el caso de la precisión en tareas de discriminación y reconocimiento de arábigos. Las correlaciones entre las medidas de tiempo de respuesta (TR) y precisión dentro de cada tarea (por ejemplo, en TR de discriminación y precisión de discriminación) no son consistentemente fuertes ni consistentemente positivas.

Cabe señalar que la tarea de precisión de reconocimiento de arábigos, se asocia con intensidad mediana a fuerte con todas las tareas de forma positiva o negativa dependiendo del tipo de medida, tiempo o distancia de manera negativa y precisión de manera positiva.

Figura 9

Asociación de las distintas medidas de las habilidades matemáticas básicas



Reconocimiento De Arábigos

En la tabla 3, y las figuras 10 y 11 se observa la proporción de respuestas correctas o precisión, y el tiempo de respuesta promedio, para cada numeral. Puede observarse que los números más difíciles de identificar para los participantes de la muestra son los números 6, 7 y 9. Esta diferencia se confirmó ajustando ANOVAs de medidas repetidas que resultaron significativos tanto para la proporción de respuestas correctas ($F_{(8, 400)} = 10.56$, $p < .001$) como para los tiempos de respuesta ($F_{(8, 400)} = 3.47$, $p < .001$). En la tabla 4 pueden

encontrarse las comparaciones múltiples para identificar los numerales sobre los que se observaron diferencias. Se utilizó como análisis post hoc el método de correción de Tukey.

Tabla 3

Distribución de tiempos de respuesta y proporción de respuestas correctas según numeral arábigo.

Numeral arábigo	Precisión	Tiempo de respuesta promedio
1	0.89	2.06
2	0.80	2.08
3	0.73	2.33
4	0.80	2.28
5	0.73	2.01
6	0.59	2.92
7	0.57	3.13
8	0.75	2.35
9	0.49	2.79

Figura 10

Proporción de respuestas correctas para cada numeral arábigo. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media.

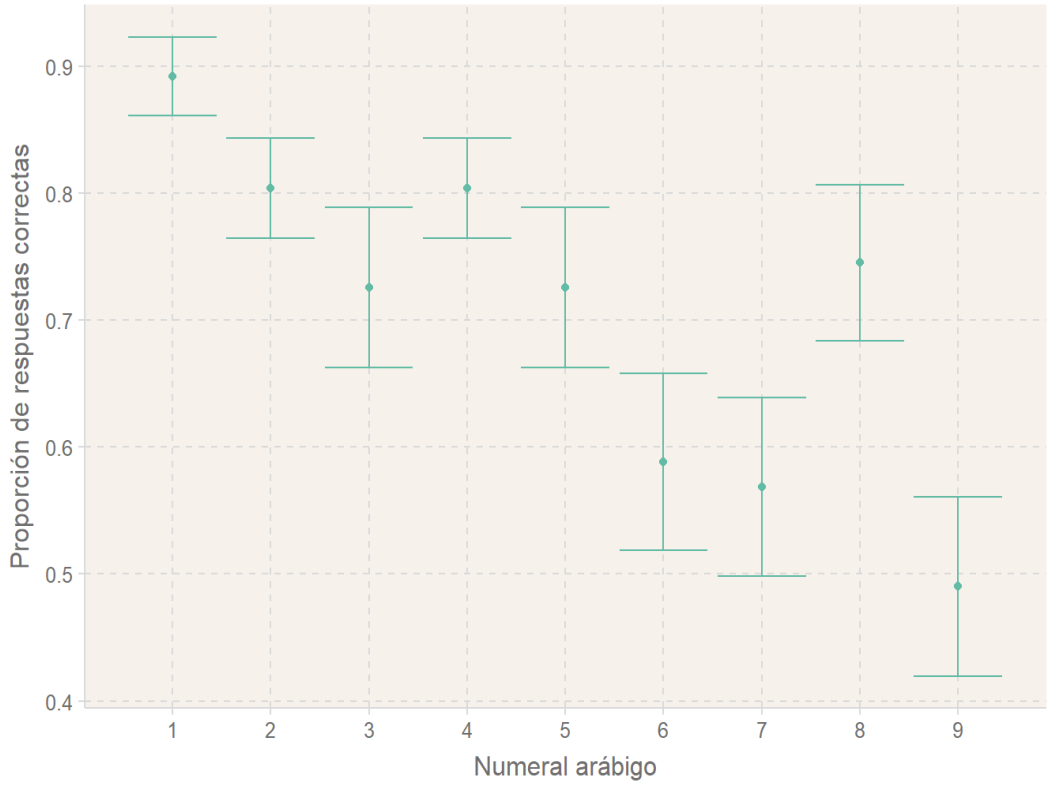


Figura 11

Tiempo de respuesta para cada numeral arábigo. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media.

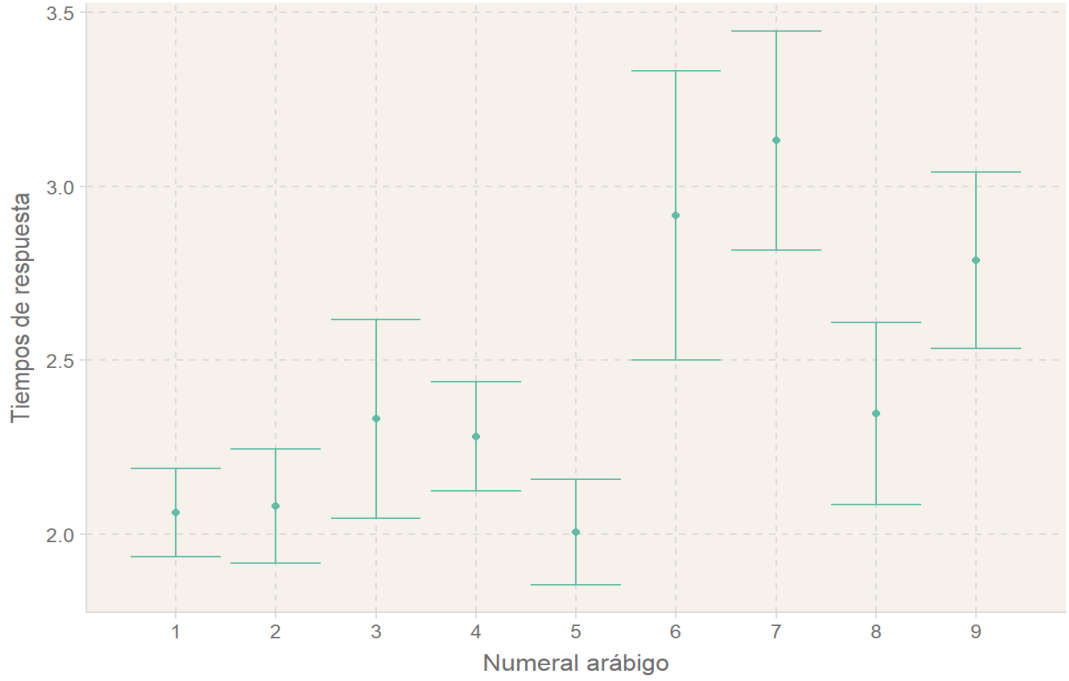


Tabla 4

Comparación por pares de la proporción de respuestas correctas entre los distintos numerales arábigos con método de ajuste de Tukey.

Contraste	Dif. de medias	t	p-valor
respuesta_correcta1-respuesta_correcta2	0.09	1.56	0.83
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta3	0.17	2.94	0.08
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta4	0.09	1.56	0.83
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta5	0.17	2.94	0.08

respuesta_correcta1 - respuesta_correcta6	0.3	5.37	0
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta7	0.32	5.71	0
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta8	0.15	2.6	0.19
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta9	0.4	7.1	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta3	0.08	1.39	0.9
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta4	0	0	1
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta5	0.08	1.39	0.9
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta6	0.22	3.81	0.01
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta7	0.24	4.16	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta8	0.06	1.04	0.98
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta9	0.31	5.54	0
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta4	-0.08	-1.39	0.9
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta5	0	0	1
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta6	0.14	2.42	0.27
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta7	0.16	2.77	0.13
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta8	-0.02	-0.35	1
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta9	0.24	4.16	0
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta5	0.08	1.39	0.9
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta6	0.22	3.81	0.01
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta7	0.24	4.16	0
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta8	0.06	1.04	0.98
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta9	0.31	5.54	0
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta6	0.14	2.42	0.27

respuesta_correcta5 - respuesta_correcta7	0.16	2.77	0.13
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta8	-0.02	-0.35	1
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta9	0.24	4.16	0
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta7	0.02	0.35	1
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta8	-0.16	-2.77	0.13
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta9	0.1	1.73	0.73
respuesta_correcta7 - respuesta_correcta8	-0.18	-3.12	0.05
respuesta_correcta7 - respuesta_correcta9	0.08	1.39	0.9
respuesta_correcta8 - respuesta_correcta9	0.25	4.5	0

En cuanto a la proporción de respuestas correctas, pueden observarse diferencias significativas de los numerales 1,2 y 4 vs los numerales 6, 7 y 9, a favor de los primeros. El 3, el 5 y el 8 sólo se diferencian significativamente del 9.

Tabla 5

Comparación por pares de los tiempos de respuestas entre los distintos numerales arábigos con método de ajuste de Tukey.

Contraste	Dif. de medias	t	p-valor
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta2	-0.02	-0.06	1
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta3	-0.27	-0.87	0.99
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta4	-0.22	-0.71	1
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta5	0.06	0.18	1

respuesta_correcta1 - respuesta_correcta6	-0.85	-2.76	0.13
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta7	-1.07	-3.45	0.02
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta8	-0.29	-0.92	0.99
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta9	-0.73	-2.34	0.32
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta3	-0.25	-0.81	1
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta4	-0.2	-0.65	1
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta5	0.07	0.24	1
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta6	-0.84	-2.7	0.15
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta7	-1.05	-3.39	0.02
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta8	-0.27	-0.86	0.99
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta9	-0.71	-2.28	0.35
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta4	0.05	0.16	1
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta5	0.33	1.05	0.98
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta6	-0.58	-1.88	0.62
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta7	-0.8	-2.58	0.2
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta8	-0.02	-0.05	1
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta9	-0.46	-1.47	0.87
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta5	0.28	0.89	0.99
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta6	-0.63	-2.05	0.51
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta7	-0.85	-2.75	0.14
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta8	-0.07	-0.21	1
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta9	-0.51	-1.63	0.79
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta6	-0.91	-2.94	0.08

respuesta_correcta5 - respuesta_correcta7	-1.13	-3.63	0.01
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta8	-0.34	-1.1	0.97
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta9	-0.78	-2.52	0.22
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta7	-0.22	-0.7	1
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta8	0.57	1.83	0.66
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta9	0.13	0.41	1
respuesta_correcta7 - respuesta_correcta8	0.78	2.53	0.22
respuesta_correcta7 - respuesta_correcta9	0.34	1.11	0.97
respuesta_correcta8 - respuesta_correcta9	-0.44	-1.42	0.89

En cuanto a los tiempos de respuesta, puede observarse que los niños identifican con significativa mayor lentitud es el 7. En los gráficos puede observarse una tendencia similar en los números 6 y 9 que no llegó a ser significativa. Nuevamente, el numeral 8 parece identificarse con velocidad similar a la de números más pequeños de entre 1 y 5.

Discriminación De Cantidades

En el caso de la discriminación de cantidades, para evaluar cómo se presenta esta habilidad en los participantes de la muestra, se calcularon la proporción de respuestas correctas y los tiempos de respuesta medios según la razón de las cantidades a comparar (1.5, 2, 3 y 4). Por ejemplo, las comparaciones 8 vs 16 y 16 vs 32 corresponden a razones de 2, donde la cantidad mayor es 2 veces la cantidad menor.

En la tabla 6, y las figuras 12 y 13 se observa la proporción de respuestas correctas o precisión, y el tiempo de respuesta promedio, para cada razón. Puede observarse que las razones 1.5 y 2 tienen los tiempos de respuesta más altos, y esto se confirmó con el ANOVA de medidas repetidas que resultó significativo ($F_{(3, 150)} = 3.95$, $p < .01$) y las comparaciones

por pares descritas en la tabla 7. En cambio, si bien la razón 1.5 muestra una precisión un poco menor que las restantes, esta diferencia no resultó significativa ($F_{(3, 150)} = 1.01$, $p = .39$).

Tabla 6

Distribución de tiempos de respuesta y proporción de respuestas correctas razón entre las cantidades a comparar

Razón	Precisión	Tiempo de respuesta promedio
1.5	0.87	3.42
2	0.9	3.46
3	0.92	2.91
4	0.9	2.65

Figura 12

Tiempo de respuesta para cada razón. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media.

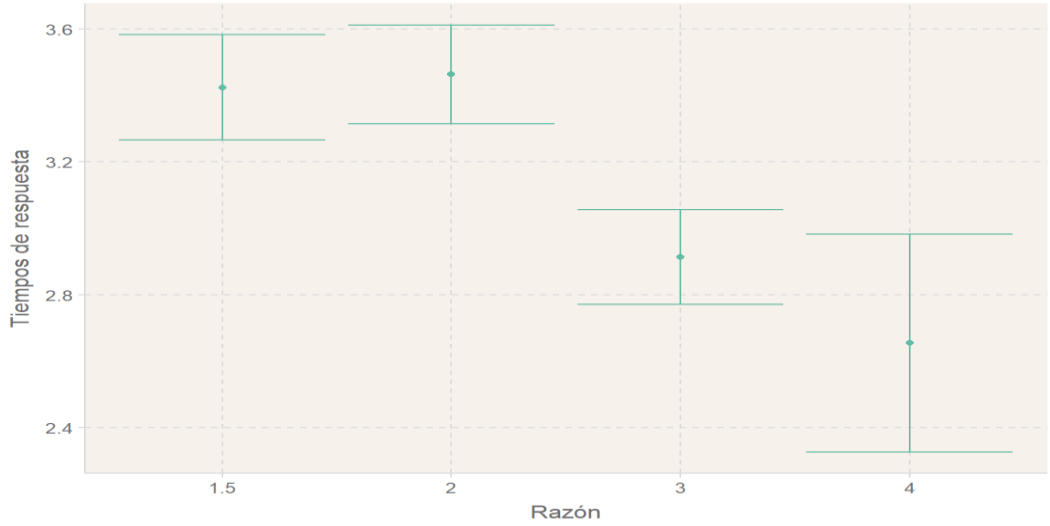


Figura 13

Proporción de respuestas correctas para cada razón. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media.

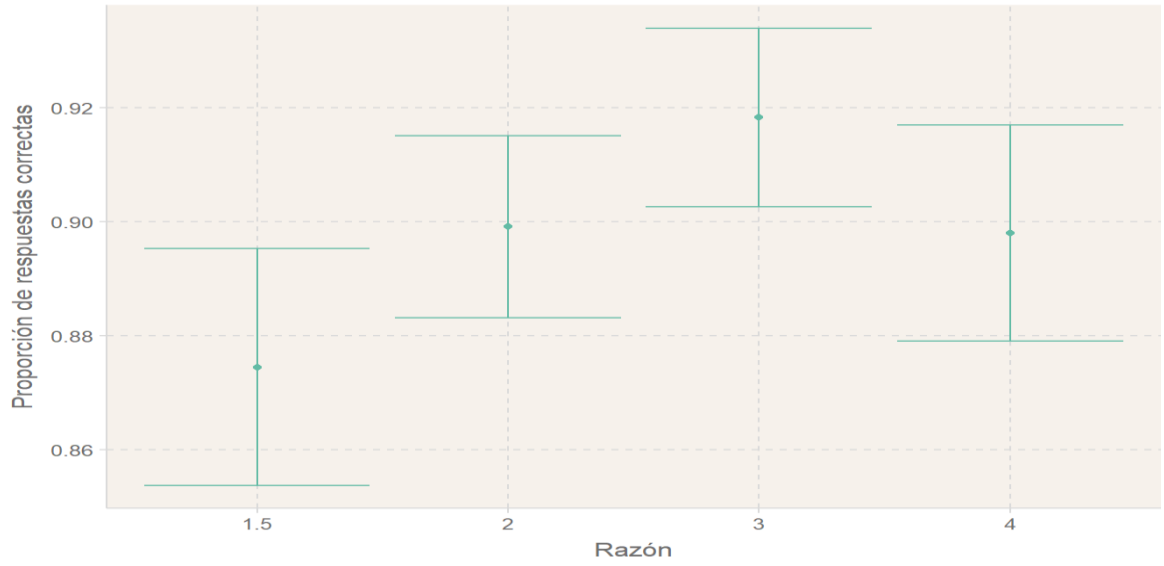


Tabla 7

Comparación por pares del tiempo de respuesta entre las distintas razones con método de ajuste de Tukey.

Contraste	Dif. de medias	t	p-valor
razon1.5 - razon2	-0.04	-0.14	1
razon1.5 - razon3	0.51	1.82	0.27
razon1.5 - razon4	0.77	2.73	0.03
razon2 - razon3	0.55	1.95	0.21
razon2 - razon4	0.81	2.87	0.02
razon3 - razon4	0.26	0.92	0.79

Se encontró diferencias significativas entre la razón 1.5 y la razón 4 (p-valor 0.03), y entre la razón 2 y la razón 4 (p-valor 0.02). Mientras que el resto de las comparaciones no resultaron con grandes diferencias.

En general para la razón 1.5 y 2 hubo mayor tiempo de respuesta y menor precisión, mientras que para la razón 3 y 4 el tiempo de respuesta fue menor. En la proporción de respuestas correctas no se encuentran diferencias significativas, pero si en los tiempos de respuestas, tal como se puede observar en la figura 12.

Emparejamiento

En la tabla 8, y las figuras 14 y 15 se observa la proporción de respuestas correctas o precisión, y el tiempo de respuesta promedio, para cada numeral. Puede observarse que los números 1 a 3 se emparejan con su cantidad de forma más precisa que los numerales restantes, y esta diferencia es significativa tal como lo indican los resultados del ANOVA de medidas repetidas ($F_{(7, 329)} = 4.58$, $p < .001$). En la tabla 8 pueden encontrarse las comparaciones múltiples para identificar los numerales entre los cuales se observaron diferencias. A su vez, se detectaron diferencias significativas en los tiempos de respuesta ($F_{(7, 218)} = 1.61$, $p = .01$).

Tabla 8

Distribución de tiempos de respuesta y proporción de respuestas correctas según numeral arábigo

Numeral arábigo	Precisión	Tiempo de respuesta promedio
1	0.8	1.63
2	0.72	1.41
3	0.83	1.58
4	0.56	1.77
5	0.52	1.53

6	0.66	1.54
8	0.56	1.32
9	0.6	1.59

Figura 14

Proporción de respuestas correctas para cada numeral arábigo. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media.

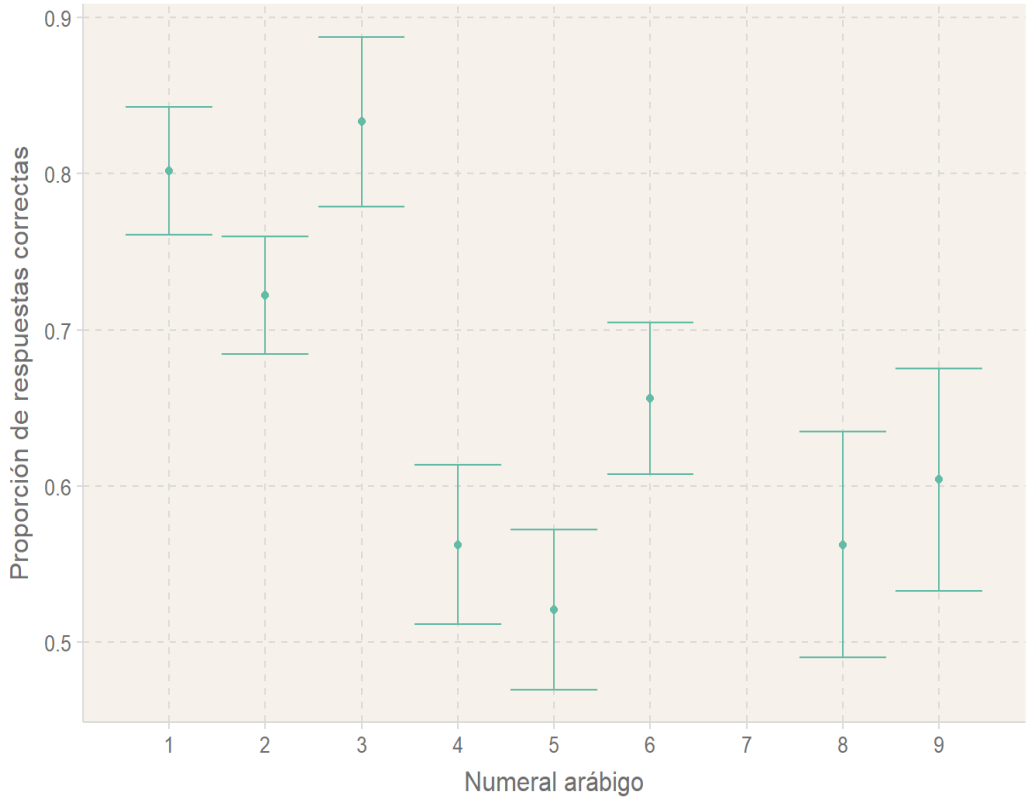


Figura 15

Proporción de respuestas correctas para cada numeral arábigo. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media.

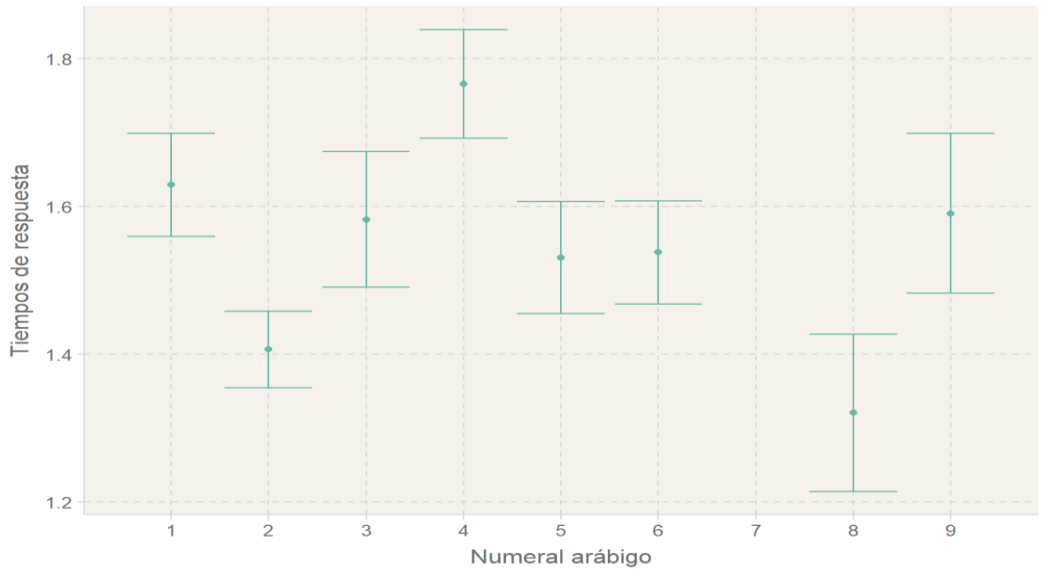


Tabla 9

Comparaciones múltiples para proporción de respuestas correctas con el método de Tukey.

Contraste	Dif. de medias	t	p-valor
numero1 - numero2	0.08	1.03	0.97
numero1 - numero3	-0.03	-0.4	1
numero1 - numero4	0.24	3.1	0.04
numero1 - numero5	0.28	3.64	0.01
numero1 - numero6	0.15	1.89	0.56
numero1 - numero8	0.24	3.1	0.04
numero1 - numero9	0.2	2.56	0.17
numero2 - numero3	-0.11	-1.44	0.84

numero2 - numero4	0.16	2.07	0.44
numero2 - numero5	0.2	2.61	0.16
numero2 - numero6	0.07	0.85	0.99
numero2 - numero8	0.16	2.07	0.44
numero2 - numero9	0.12	1.53	0.79
numero3 - numero4	0.27	3.51	0.01
numero3 - numero5	0.31	4.05	0
numero3 - numero6	0.18	2.29	0.3
numero3 - numero8	0.27	3.51	0.01
numero3 - numero9	0.23	2.97	0.06
numero4 - numero5	0.04	0.54	1
numero4 - numero6	-0.09	-1.21	0.93
numero4 - numero8	0	0	1
numero4 - numero9	-0.04	-0.54	1
numero5 - numero6	-0.14	-1.75	0.65
numero5 - numero8	-0.04	-0.54	1
numero5 - numero9	-0.08	-1.08	0.96
numero6 - numero8	0.09	1.21	0.93
numero6 - numero9	0.05	0.67	1
numero8 - numero9	-0.04	-0.54	1

En proporción de respuestas correctas, se puede observar que hay diferencias significativas entre los números 1 y 4, 1 y 5, 1 y 8; y en relación al número 3 y con el 4,5 y 8.

El número 3 con el 9 es marginalmente significativo. En el resto de los números no se encuentran diferencias significativas.

Estimación De Cantidades

En la tabla 10 y las figuras 16 y 17 se observa la proporción de respuestas correctas o precisión, y el tiempo de respuesta promedio, para cada cantidad. Se encontró un efecto significativo de la cantidad de puntos sobre la precisión de la respuesta ($F_{(7, 336)} = 76.64$, $p < .001$) y también sobre el tiempo de respuesta ($F_{(7, 336)} = 43.22$, $p < .001$).

Tabla 10

Distribución de tiempos de respuesta y proporción de respuestas correctas según cantidad.

Numeral arábigo	Precisión	Tiempo de respuesta promedio
1	0.96	2.08
2	0.94	2.27
3	0.84	3.1
4	0.72	3.83
5	0.51	4.71
6	0.35	5.21
7	0.3	5.57
8	0.25	5.8

Figura 16

Proporción de respuestas correctas para cada cantidad de puntos. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media.

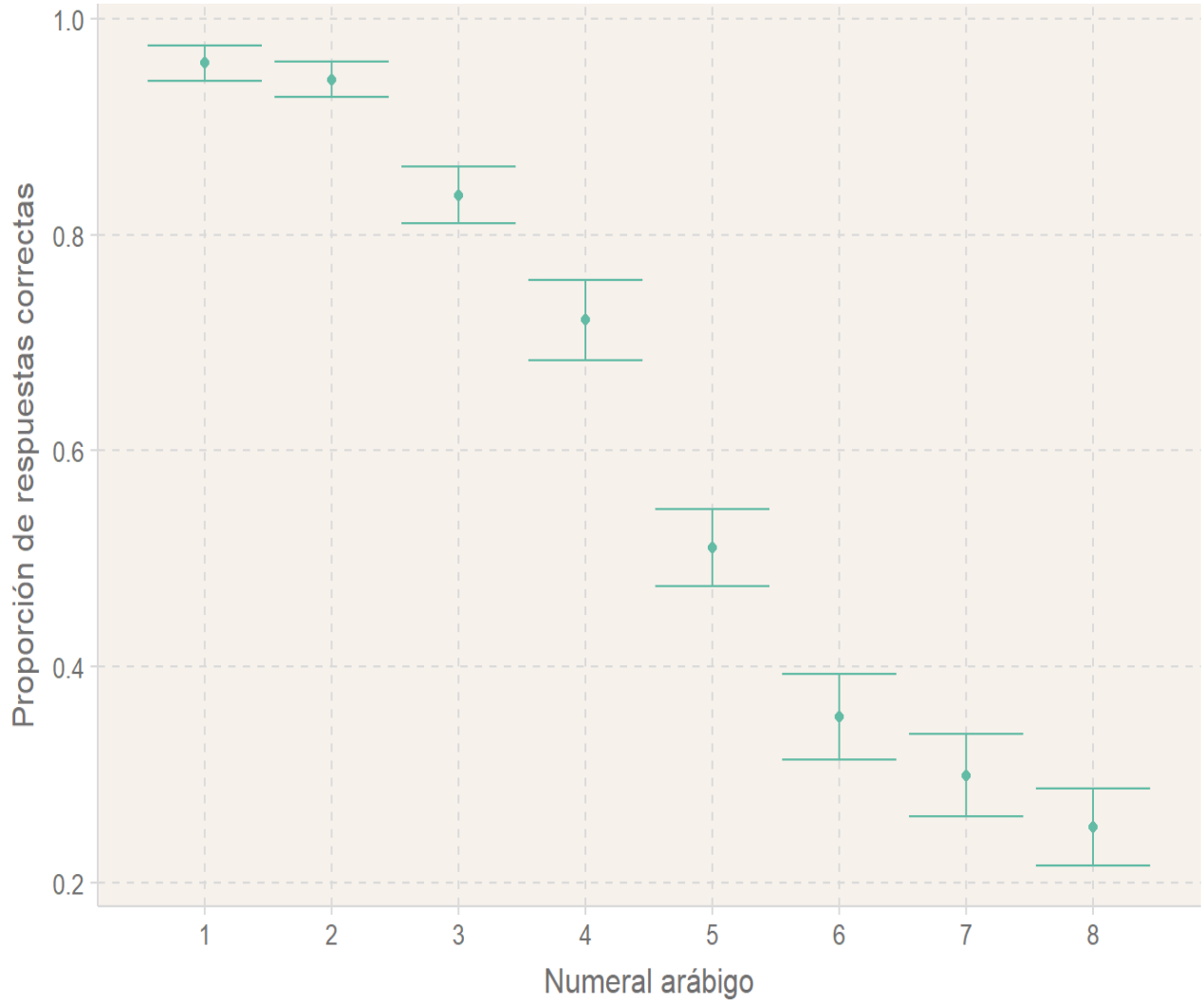
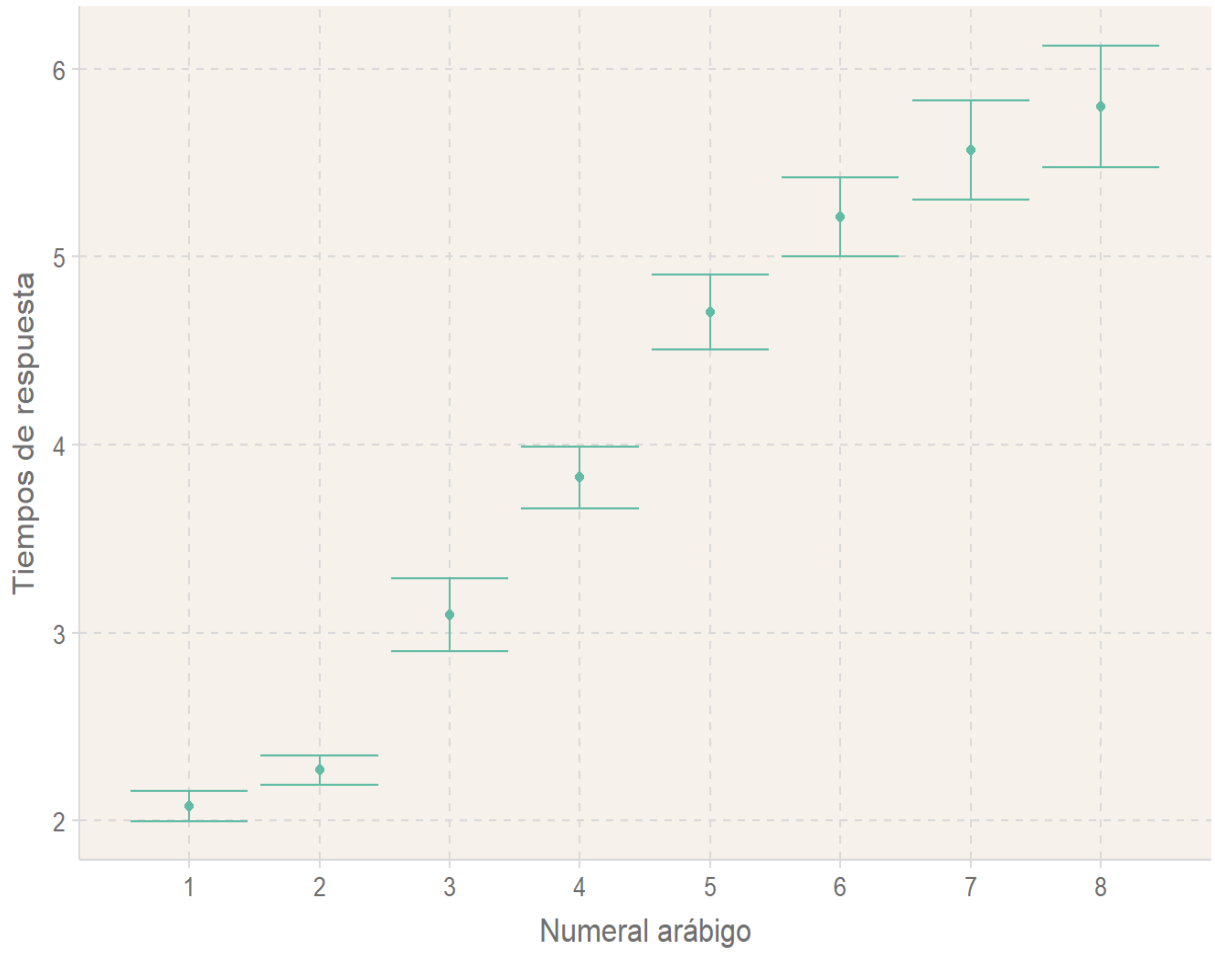


Figura 17

Tiempos de respuestas para cada cantidad de puntos. Los puntos representan el valor medio y las barras de error el error estándar de la media.



Las tablas 11 y 12 muestran las comparaciones por pares con ajuste de Tukey para ambos modelos.

Tabla 11

Comparación por pares de la proporción de respuestas correctas entre las distintas cantidades con método de ajuste de Tukey.

Contraste	Dif. de medias	t	p-valor
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta2	0.02	0.32	1
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta3	0.12	2.59	0.16
respuesta_correcta1 – respuesta_correcta4	0.24	5.04	0
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta5	0.45	9.51	0
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta6	0.61	12.83	0
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta7	0.66	13.98	0
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta8	0.71	14.99	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta3	0.11	2.27	0.31
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta4	0.22	4.72	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta5	0.43	9.19	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta6	0.59	12.5	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta7	0.64	13.65	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta8	0.69	14.66	0
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta4	0.12	2.45	0.22
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta5	0.33	6.92	0

respuesta_correcta3 - respuesta_correcta6	0.48	10.23	0
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta7	0.54	11.38	0
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta8	0.59	12.39	0
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta5	0.21	4.47	0
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta6	0.37	7.78	0
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta7	0.42	8.93	0
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta8	0.47	9.94	0
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta6	0.16	3.31	0.02
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta7	0.21	4.47	0
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta8	0.26	5.48	0
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta7	0.05	1.15	0.94
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta8	0.1	2.16	0.38
respuesta_correcta7 - respuesta_correcta8	0.05	1.01	0.97

Tabla 12

Comparación por pares de los tiempos de respuesta entre las distintas cantidades con método de ajuste de Tukey.

Contraste	Dif. de medias	t	p-valor
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta2	-0.19	-0.61	1
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta3	-1.02	-3.22	0.03
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta4	-1.75	-5.52	0
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta5	-2.63	-8.31	0

respuesta_correcta1 - respuesta_correcta6	-3.14	-9.91	0
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta7	-3.49	-11.03	0
respuesta_correcta1 - respuesta_correcta8	-3.72	-11.76	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta3	-0.83	-2.61	0.16
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta4	-1.56	-4.91	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta5	-2.44	-7.7	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta6	-2.94	-9.3	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta7	-3.3	-10.41	0
respuesta_correcta2 - respuesta_correcta8	-3.53	-11.15	0
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta4	-0.73	-2.3	0.3
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta5	-1.61	-5.08	0
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta6	-2.12	-6.68	0
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta7	-2.47	-7.8	0
respuesta_correcta3 - respuesta_correcta8	-2.7	-8.54	0
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta5	-0.88	-2.78	0.1
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta6	-1.39	-4.38	0
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta7	-1.74	-5.5	0
respuesta_correcta4 - respuesta_correcta8	-1.97	-6.23	0
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta6	-0.51	-1.6	0.75
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta7	-0.86	-2.72	0.12
respuesta_correcta5 - respuesta_correcta8	-1.09	-3.45	0.01
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta7	-0.35	-1.12	0.95
respuesta_correcta6 - respuesta_correcta8	-0.59	-1.85	0.59

respuesta_correcta7 - respuesta_correcta8	-0.23	-0.73	1

Puede observarse que en cuanto a las respuestas correctas, no hay diferencias entre las cantidades 1,2 y 3, pero sí de ellas en adelante. En cuanto a los tiempos de respuesta, la velocidad no difiere entre 1 y 2 puntos, entre 2 y 3 puntos y entre 3 y 4 puntos, pero si entre las cantidades de 1 a 3 y todas las restantes.

Línea numérica

En la tabla 13, y la figuras 18 se observa la distancia absoluta promedio entre el blanco y el número seleccionado por el participante, y el tiempo de respuesta promedio, para cada ítem. Se encontró un efecto significativo del número blanco sobre la precisión de la respuesta ($F_{(7, 336)} = 3.90$, $p < .001$) y también sobre el tiempo de respuesta ($F_{(7, 336)} = 3.48$, $p < .01$).

Tabla 13

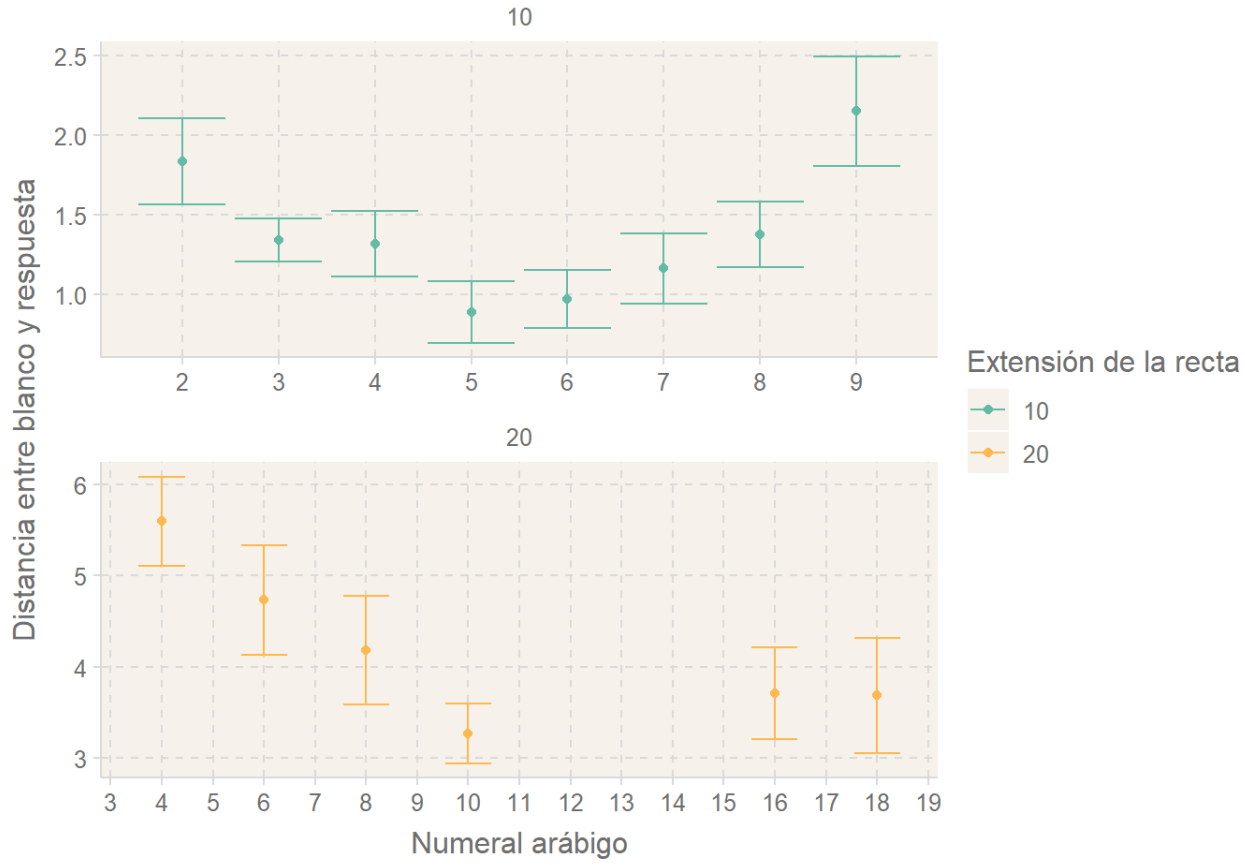
Distribución de tiempos de respuesta y distancia absoluta al blanco según cantidad

Numeral arábigo	Distancia	Tiempo de respuesta promedio
2	1.83	8.28
3	1.34	6.97
4	3.45	6.46
5	0.89	10.07
6	2.85	6.13
7	1.16	7.51

8	2.31	7.81
9	2.15	8.05
10	3.27	6.47
16	3.71	5.29
18	3.69	6.03

Figura 18

Distancia entre el blanco y las respuestas



Se puede observar que hay una tendencia a tener mayor precisión para posicionar los números centrales tales como el 5,6, 7; y se va volviendo más imprecisa hacia lo extremos de la recta.

Variables Del Entorno De Aprendizaje

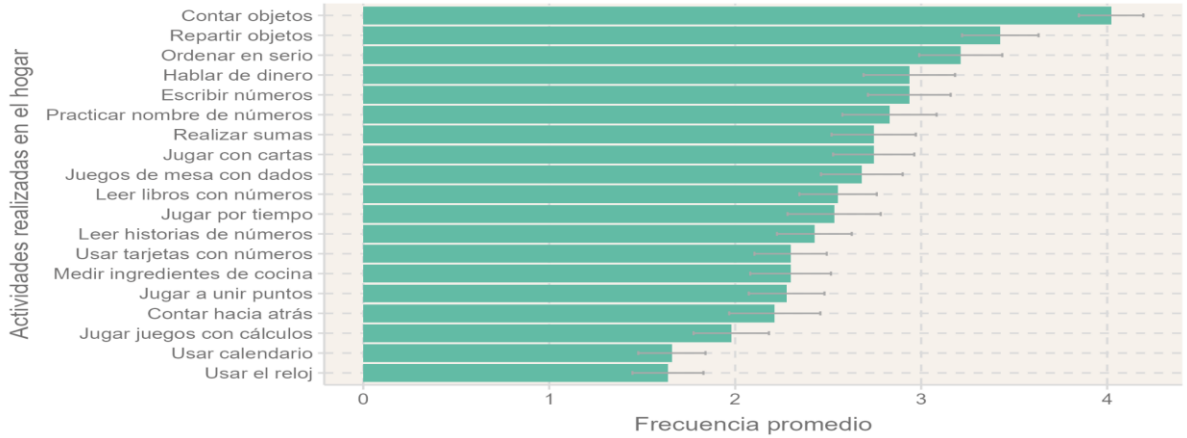
El cuestionario completo incluye preguntas vinculadas a hábitos de lectura. Estas no fueron tomadas en cuenta para calcular los puntajes totales de las subescalas. Las preguntas vinculadas a frecuencia incluían la opción de respuesta “Prefiero no contestar”, estas fueron tomadas como datos faltantes.

Frecuencia Con Que Se Realizan Actividades En El Hogar

Para analizar la frecuencia con que se realizan actividades vinculadas a las matemáticas en el hogar en niños y niñas de 5 años, podemos observar los puntajes promedio para cada una de las preguntas asociadas a la subescala de frecuencia (Figura 9). Puede observarse que lo más frecuente son actividades de conteo, repartir objetos, ordenar objetos por tamaño, mientras que las menos frecuentes fueron hacer juegos con cálculos, usar calendarios y usar el reloj.

Figura 19

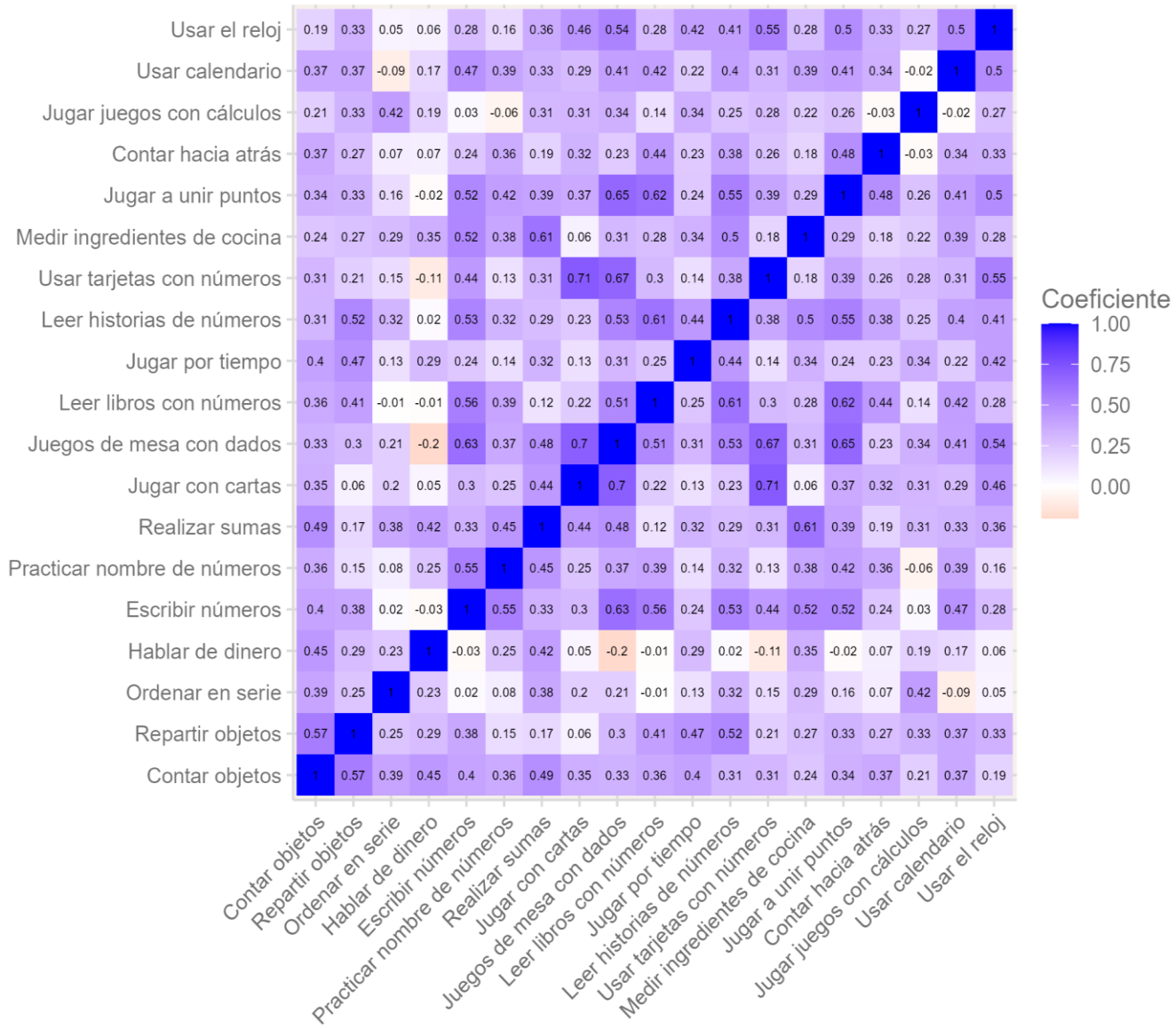
Puntaje promedio para las variables vinculadas a frecuencia de actividades en el hogar con barras de error en base al error estándar.



La Figura 20 muestra la asociación entre los distintos ítems de la subescala de frecuencia en este grupo de participantes en particular. Se observa que la mayoría de los ítems se asocian con una proporción alta de los ítems restantes, excepto hablar de dinero y ordenar en serie que tienen asociaciones bajas, cercanas a cero, con la mayoría de los ítems restantes.

Figura 20

Asociación de los ítems de la subescala de frecuencia



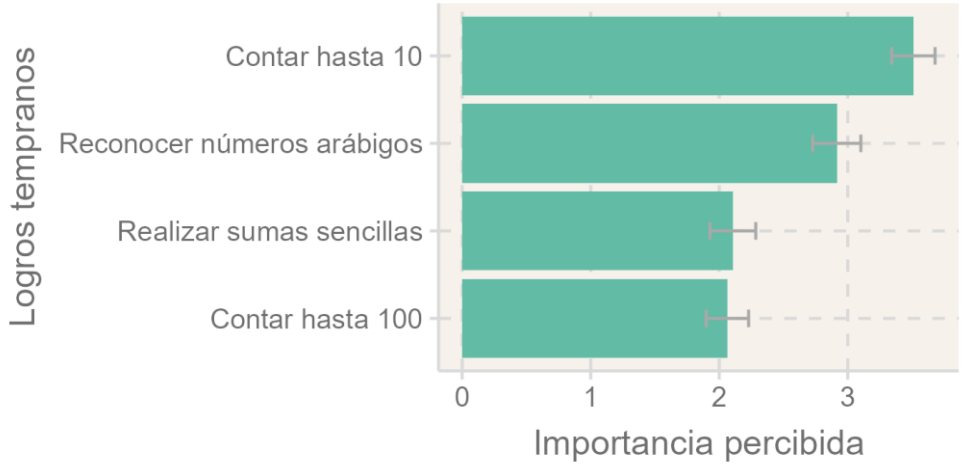
Importancia Percibida Por La Persona Cuidadora Sobre Logros Tempranos

Para analizar la importancia percibida por las personas cuidadoras sobre que los niños y niñas ingresen a la educación formal sabiendo contar hasta 10, hasta 100, reconociendo números arábigos y realizando sumas sencillas, podemos observar los puntajes promedio para cada una de las preguntas de esta subescala (Figura 11). Puede observarse que la mayor

importancia se asigna a saber contar hasta 10 y reconocer numerales arábigos, mientras que se considera menos importante contar hasta 100 o realizar sumas sencillas.

Figura 21

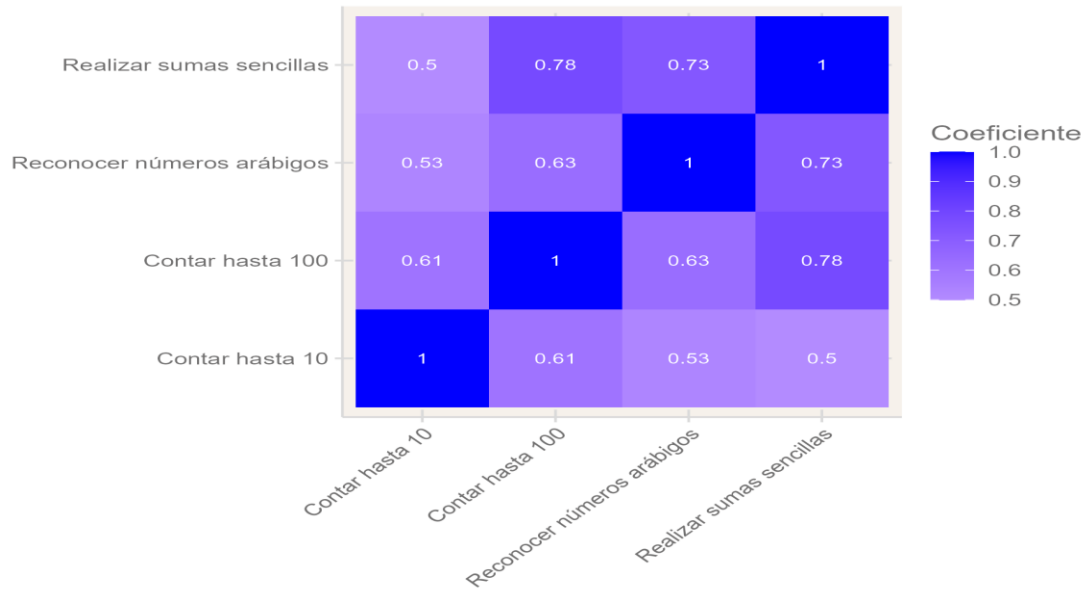
Puntaje promedio para las variables vinculadas a la importancia percibida de los logros tempranos con barras de error en base al error estándar



La Figura 22 muestra la asociación entre los distintos ítems de la subescala de importancia percibida en este grupo de participantes en particular. Todos estos ítems se asocian entre sí con intensidad moderada a alta.

Figura 22

Asociación de ítems de subescala de importancia percibida

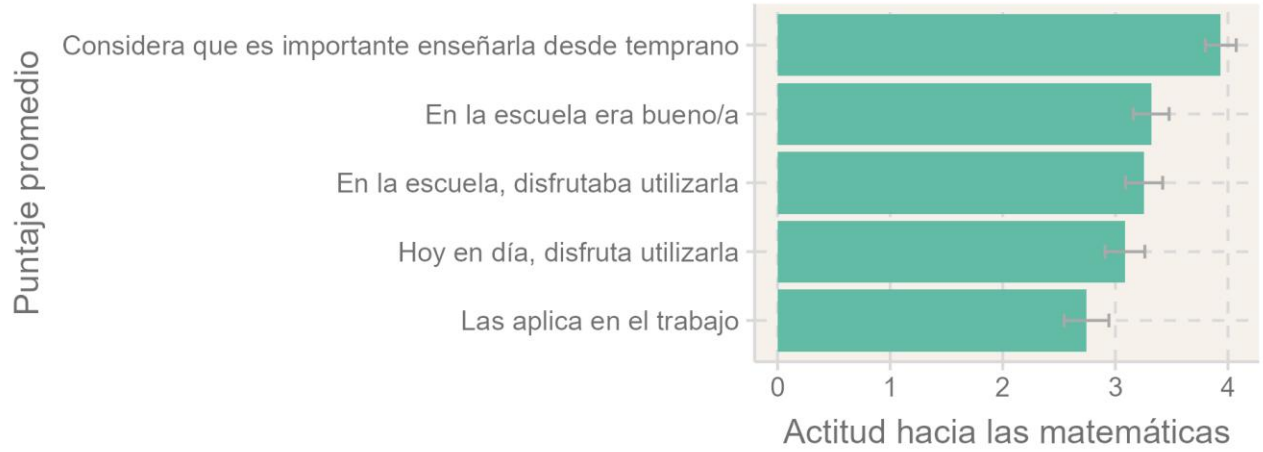


Actitud De La Persona Cuidadora Hacia Las Matemáticas

Para analizar la actitud de las personas cuidadoras hacia las matemáticas preguntamos a quienes respondieron el cuestionario si se consideraban buenos en matemáticas cuando asistían al colegio, si lo disfrutaban antes y si lo disfrutan ahora, si les resulta útil para su trabajo y si consideran que es importante enseñarlo. Podemos observar los puntajes promedio para cada una de las preguntas de esta subescala en la figura 23. Puede observarse que los puntajes más altos corresponden a enseñar matemáticas desde temprano.

Figura 23

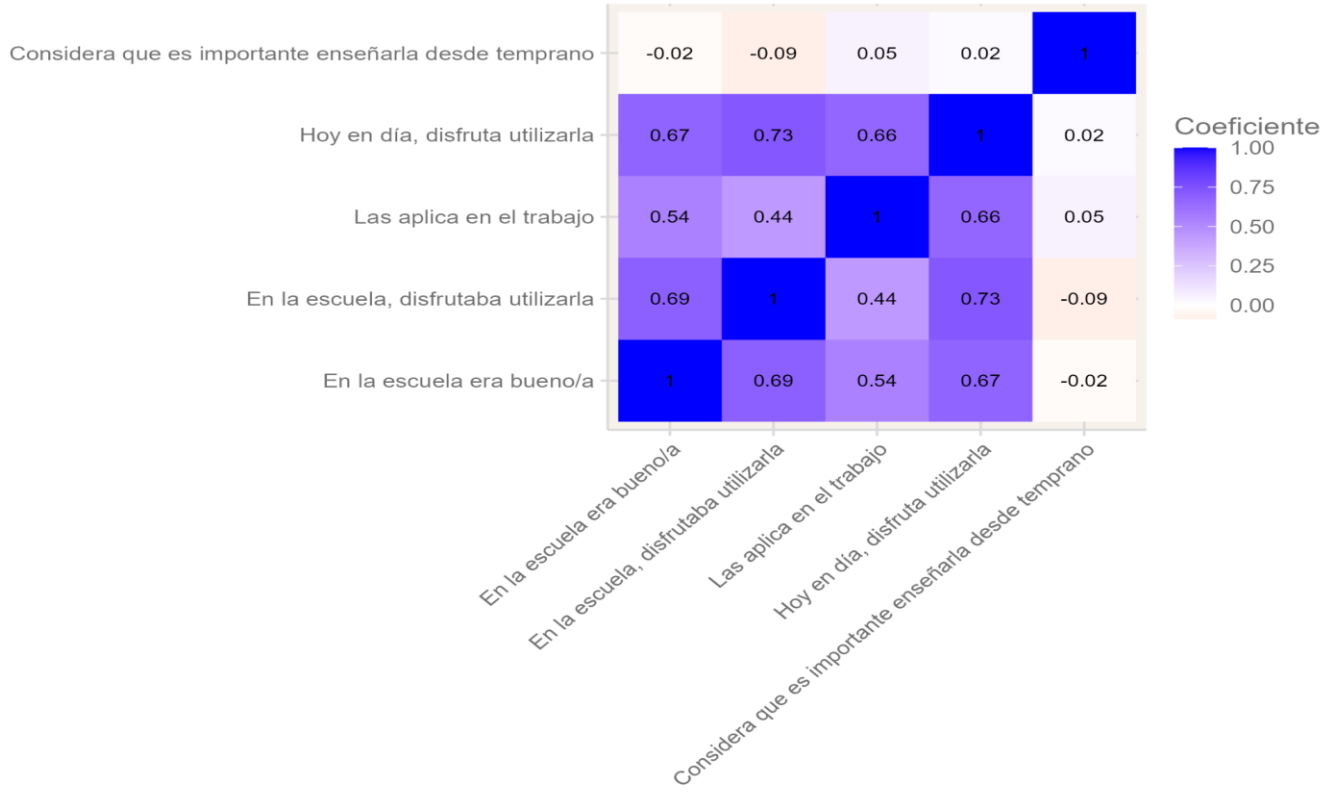
Puntaje promedio para las variables vinculadas a la importancia percibida de los logros tempranos con barras de error en base al error estándar.



La Figura 24 muestra la asociación entre los distintos ítems de la subescala de actitud hacia las matemáticas. Todos estos ítems se asocian entre sí con intensidad moderada a alta, a excepción de considerar importante el enseñar las matemáticas desde temprano. Este último no se asocia con los restantes, por lo que se analizará por separado de aquí en adelante.

Figura 24

Asociación entre distintos ítems de la subescala de actitud hacia las matemáticas



Análisis Descriptivo De Las Variables De Entorno En El Hogar

La tabla 14 describe la frecuencia con que los niños y las niñas realizan las actividades listadas en el cuestionario en el contexto del hogar, la actitud de las personas cuidadoras hacia las matemáticas, si consideran que es importante enseñarlas desde temprano y la importancia percibida de los logros tempranos.

Tabla 14

Estadísticos descriptivos y de distribución para las variables derivadas de la batería de habilidades matemáticas básicas.

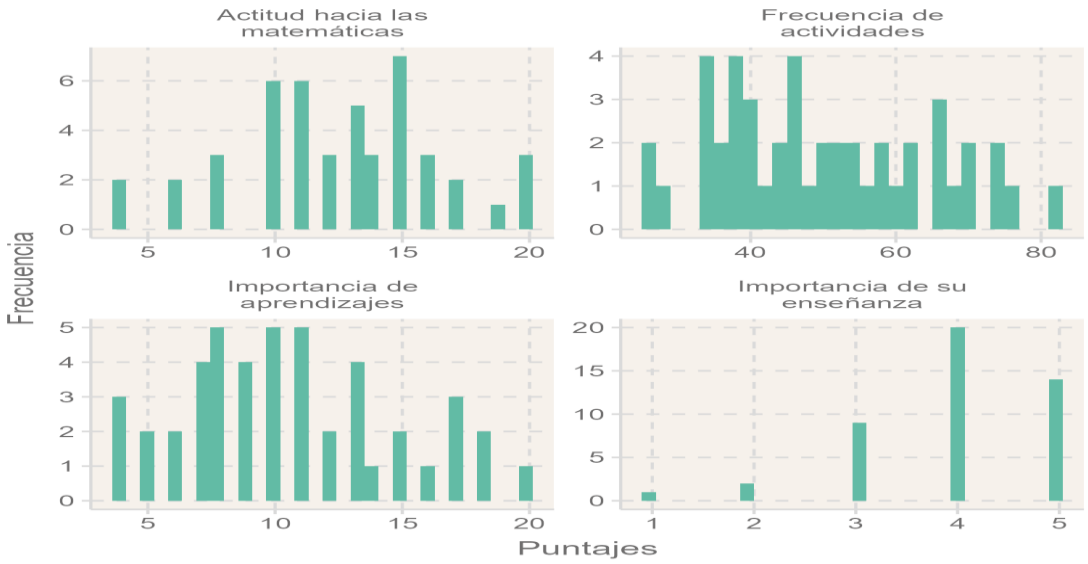
Variables	Media	DE	Mediana	RIC	Min	Max	Asimetría	Curtosis	p-valor
Actitud hacia las matemáticas	12.59	3.89	13	5.00	4	20	-0.14	-0.30	0.36
Frecuencia de actividades	50.48	14.66	48	22.75	25	83	0.32	-0.88	0.26
Importancia de logros tempranos	10.57	4.11	10	5.00	4	20	0.39	-0.69	0.16
Importancia de su enseñanza	3.96	0.94	4	1.75	1	5	-0.85	0.59	0.00

Nota. DE = desvío estándar, RIC = rango intercuartil, Min = valor mínimo, Max = valor máximo, p-valor = p-valor asociado al test de Shapiro-Wilk.

La figura 25 muestra la distribución de los puntajes de cada variable.

Figura 25

Gráficos de distribución de las variables derivadas del cuestionario de entornos de aprendizaje en el hogar.



Asociación Entre Habilidades Matemáticas Básicas Y Las Medidas Del Entorno Hogareño De Aprendizaje.

Análisis Correlacionales

Se analizó la asociación entre las variables del entorno y las habilidades matemáticas básicas calculando los coeficientes de correlación de Pearson entre variables con distribución normal y de Spearman entre variables con otras distribuciones.

Tabla 15

Los coeficientes de correlación y su p valor asociado.

Habilidad matemática	Frecuencia de actividades	Importancia de aprendizajes	Actitud hacia las matemáticas	Importancia de su enseñanza
Línea numérica (distancia)	-0.32 *	0.29 *	0.03	0.27
Línea numérica (TR)	-0.08	0.19	-0.14	0.29 *
Arábigos (precisión)	0.36 *	-0.27	0.18	-0.09
Arábigos (TR)	-0.2	0.36 *	-0.06	0.29
Emparejamiento (precisión)	0.2	-0.03	0.26	0.03
Emparejamiento (TR)	0.22	0	0.24	-0.1
Estimación (precisión)	0.41 **	0.02	0.1	0.21
Estimación (TR)	-0.09	0.3 *	-0.21	0.25
Discriminación (precisión)	0.29 *	-0.12	0	0.13
Discriminación (TR)	-0.24	-0.13	-0.4 **	-0.16
Rango de subitización	0.37 *	-0.05	0.18	-0.04

Nota. *p < .05, **p < .01, ***p < .001.

Análisis De Regresión

Se ajustaron múltiples modelos de regresión lineal con cada una de las habilidades matemáticas básicas como variables respuesta, con la actitud hacia las matemáticas de las personas cuidadoras, la importancia percibida sobre los logros tempranos, la frecuencia con que se realizan actividades vinculadas a las matemáticas en el hogar, y la importancia que dan a su enseñanza como variables predictoras. A continuación, se describen los resultados obtenidos por habilidad. Para evaluar los supuestos del modelo, en cada caso se calcularon los residuos y los valores predichos por el modelo, se utilizaron los tests de Shapiro-Wilk y Breusch-Pagan para evaluar su normalidad y homocedasticidad respectivamente.

Subitización.

Los resultados del modelo de regresión lineal sugieren que el rango de subitización está influido significativamente por la frecuencia de actividades matemáticas en el hogar ($p = 0.02$), mientras que las variables actitud hacia las matemáticas ($p = 0.50$), percepción de la importancia de los logros tempranos ($p = 0.51$) y percepción de los padres sobre la importancia de enseñanza las matemáticas ($p = 0.67$) no tuvieron efectos significativos (tabla 5). El intercepto del modelo indica un valor promedio del rango de subitización de 1.52 cuando todas las variables independientes están en cero. En conjunto, el modelo explica el 16.78% de la variabilidad en el rango de subitización ($R^2 = 0.17$), sin embargo su ajuste global no resulta estadísticamente significativo ($F(4,41) = 2.066$, $p = 0.10$) por lo que se concluye que el modelo general no explica una proporción sustancial de la variabilidad en el rango de subitización, y los efectos principales de las variables individuales no son

interpretables. El error estándar residual es 1.079, lo que indica cierta dispersión de los datos alrededor de los valores predichos.

Tabla 16

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	1.52105	0.89498	1.700	0.0968
Actitud	0.02813	0.04152	0.678	0.5019
frecuencia	0.02662	0.01062	2.507	0.0162
importancia	-0.02907	0.04351	-0.668	0.5078
padres_matematica_importante	-0.08216	0.18890	-0.435	0.6659

Reconocimiento De Arábigos (Precisión).

El modelo de regresión lineal indica que el desempeño en el reconocimiento de numerales arábigos está significativamente asociado con la frecuencia de actividades matemáticas en el hogar ($p = 0.006$) y con la importancia atribuida a los logros tempranos ($p = 0.05$), mientras que la actitud hacia las matemáticas ($p = 0.23$) y la percepción de las personas cuidadoras sobre la importancia de su enseñanza ($p = 0.98$) no mostraron asociaciones significativas (tabla 6). El intercepto sugiere un valor promedio de 5.42 para el desempeño en esta tarea cuando las variables independientes están en cero. El modelo explica el 27.81% de la variabilidad en la variable dependiente ($R^2 = 0.28$), y el ajuste global es significativo ($F(4,38) = 3.66$, $p = 0.01$). El error estándar residual es 3.278, lo que refleja una dispersión moderada de los datos alrededor de los valores predichos. Estos hallazgos resaltan

la relevancia de la frecuencia de actividades y la importancia atribuida a las matemáticas en la capacidad de los niños para reconocer los numerales arábigos a los 5 años.

Tabla 17

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	5.42075	3.04276	1.782	0.08282
Actitud	0.16829	0.13942	1.207	0.23486
frecuencia	0.10264	0.03533	2.905	0.00609
importancia	-0.33838	0.14533	-2.328	0.02531
padres_matematica_importante	0.01765	0.60998	0.029	0.97706

Reconocimiento de arábigos (tiempo de respuesta).

El modelo de regresión para los tiempos de respuesta medios en la tarea de reconocimiento de numerales arábigos muestra que la frecuencia de actividades matemáticas tiene una asociación significativa y negativa con los tiempos de respuesta ($p = 0.04$), lo que sugiere que una mayor frecuencia de actividades matemáticas en el hogar se asocia con tiempos de respuesta más rápidos. La importancia atribuida a las matemáticas también muestra una asociación marginalmente significativa ($p = 0.05$). Por otro lado, la actitud hacia las matemáticas ($p = 0.73$) y la percepción de los padres sobre la importancia de enseñanza temprana de matemáticas ($p = 0.23$) no resultaron significativas (Tabla 17). El intercepto del modelo indica un tiempo medio de respuesta de 1.74 segundos cuando todas las variables independientes están en cero. El modelo explica el 23.6% de la variabilidad en los tiempos de

respuesta ($R^2 = 0.236$), con un ajuste global significativo ($F(4,38) = 2.93$, $p = 0.03$). El error estándar residual es 0.6624, lo que refleja una moderada dispersión de los tiempos de respuesta en torno a los valores predichos.

Tabla 18

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor	Significación
(Intercepto)	1.744129	0.614851	2.837	0.00727	**
Actitud	-0.009764	0.028173	-0.347	0.73082	
frecuencia	-0.014614	0.007138	-2.047	0.04760	*
importancia	0.058718	0.029367	1.999	0.05275	.
padres_matematica_importante	0.151955	0.123260	1.233	0.22522	

Línea Numérica: Distancia Media Entre El Blanco Y La Respuesta Del Participante.

El modelo de regresión para la distancia media en la tarea de línea numérica muestra que la frecuencia de actividades matemáticas en el hogar tiene una asociación significativa y negativa con la distancia media ($p = 0.002$), indicando que una mayor frecuencia se relaciona con una menor distancia media entre el blanco y la respuesta del participante (Tabla 19). La importancia atribuida a los logros tempranos ($p = 0.09$) y la importancia dada a la enseñanza de las matemáticas ($p = 0.06$) tienen asociaciones marginalmente significativas, mientras que la actitud hacia las matemáticas no resultó significativa ($p = 0.43$). El intercepto del modelo sugiere una distancia media estimada de 1.69 cuando todas las variables independientes son

cero. El modelo explica el 29.58% de la variabilidad de la distancia media ($R^2 = 0.29$), con un ajuste global significativo ($F(4,42) = 4.41$, $p = 0.005$). El error estándar residual de 0.89 indica una dispersión moderada de los valores observados en torno a los predichos.

Tabla 19

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	1.686307	0.718386	2.347	0.02370
Actitud	0.027294	0.034247	0.797	0.42996
frecuencia	-0.028530	0.008637	-3.303	0.00196
importancia	0.061511	0.035914	1.713	0.09413
padres_matematica_importante	0.296631	0.155209	1.911	0.06282

Línea Numérica: Tiempo De Respuesta Medio.

Este modelo de regresión muestra que ninguna de las variables predictoras incluidas predice efectivamente la velocidad con que los participantes resolvieron esta tarea (Tabla 20) y el ajuste global no es significativo ($F(4,42) = 1.58$, $p = 0.20$).

Tabla 20

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	5.23882	2.50058	2.095	0.0422
Actitud	-0.10379	0.11921	-0.871	0.3889
frecuencia	-0.02481	0.03007	-0.825	0.4140
importancia	0.10706	0.12501	0.856	0.3966
padres_matematica_importante	0.87526	0.54026	1.620	0.1127

Discriminación De Cantidades (Precisión).

Este modelo de regresión muestra que ninguna de las variables predictoras tiene un efecto significativo sobre la precisión en la tarea de discriminación de cantidades (Tabla 21) y el ajuste global no es significativo ($F(4,40) = 1.53$, $p = 0.21$).

Tabla 21

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	18.57122	2.18465	8.501	1.68e-10
Actitud	-0.03804	0.10682	-0.356	0.7237

frecuencia	0.04912	0.02612	1.880	0.0674
importancia	-0.15917	0.11436	-1.392	0.1717
padres_matematica_importante	0.46241	0.48809	0.947	0.3491

Discriminación De Cantidades (Tiempo De Respuesta).

El modelo de regresión muestra que la actitud hacia las matemáticas es un predictor significativo del tiempo de respuesta en la tarea de discriminación de cantidades ($p = 0.02$), sugiriendo que una actitud más negativa hacia las matemáticas está asociada con un aumento en el tiempo medio de discriminación (tabla 22). Sin embargo, la frecuencia de las actividades matemáticas realizadas en el hogar ($p = 0.41$), la importancia atribuida a los logros tempranos ($p = 0.81$) y a la importancia de enseñar matemáticas ($p = 0.58$) no muestran efectos significativos. El modelo explica aproximadamente el 19.67% de la variabilidad en el tiempo medio de discriminación ($R^2 = 0.20$), con un ajuste marginalmente significativo ($F(4,40) = 2.449$, $p = 0.06$). Cuando todas las variables predictoras son cero, el tiempo medio para la discriminación es de aproximadamente 5.58 segundos. El error estándar residual de 1.17 indica una dispersión moderada de las observaciones respecto a las predicciones del modelo.

Tabla 22

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	5.578677	0.960027	5.811	8.72e-07
Actitud	-0.118272	0.046943	-2.519	0.0158
frecuencia	-0.009555	0.011480	-0.832	0.4101
importancia	-0.012059	0.050253	-0.240	0.8116
padres_matematica_importante	-0.121000	0.214489	-0.564	0.5758

Emparejamiento De Numerales Arábigos Con La Cantidad Que Representan (Precisión).

Este modelo no mostró un ajuste global significativo ($F(4,40) = 1.02$, $p = 0.41$) ni una contribución significativa de alguno de los predictores individuales (tabla 23).

Tabla 23

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	7.01859	1.79119	3.918	0.00034
Actitud	0.12932	0.08702	1.486	0.14511
frecuencia	0.02033	0.02173	0.935	0.35530
importancia	-0.04779	0.09687	-0.493	0.62450
padres_matematica_importante	0.04652	0.40262	0.116	0.90860

Emparejamiento De Numerales Arábigos Con La Cantidad Que Representan (Tiempos De Respuesta).

El modelo de regresión lineal para el tiempo medio de respuesta en la tarea de emparejamiento de numerales arábigos tampoco muestra un ajuste significativo ($F(4,40) = 1.23$, $p = 0.31$).

Tabla 24

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	1.3328	0.3763	3.542	0.00103
Actitud	0.0223	0.0183	1.222	0.22896
frecuencia	0.00617	0.00457	1.352	0.18401
importancia	0.00285	0.02035	0.140	0.88943
padres_matematica_importante	-0.08549	0.08458	-1.011	0.31818

Estimación De Cantidades (Precisión).

La regresión lineal ajustada para el modelado de los aciertos totales en la tarea de estimación de cantidades detectó un efecto significativo de la frecuencia de actividades matemáticas realizadas en el hogar ($p = 0.02$), lo que indica que a medida que aumenta la frecuencia de las actividades, también lo hace la estimación total de aciertos (tabla 25). Sin embargo, las variables actitud hacia las matemáticas ($p = 0.91$), la importancia atribuida a los logros tempranos ($p = 0.51$) y la percepción de los padres sobre la importancia de la enseñanza de las matemáticas ($p = 0.33$) no fueron significativas. El modelo explica una pequeña proporción de la variabilidad de los aciertos totales ($R^2 = 0.19$), y el ajuste es marginalmente significativo ($F(4,40) = 2.32$, $p = 0.07$). El error estándar residual de 5.46 sugiere una dispersión considerable entre las predicciones y los valores observados.

Tabla 25

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	7.7227	4.4352	1.741	0.0893
Actitud	0.0247	0.2148	0.115	0.9091
frecuencia	0.1372	0.0553	2.479	0.0175
importancia	-0.1575	0.2341	-0.672	0.5051
padres_matematica_importante	0.9825	1.0055	0.977	0.3344

Estimación De Cantidades (Tiempo De Respuesta).

El modelo de regresión lineal para el tiempo medio de respuesta en la tarea de emparejamiento de númerales arábigos tampoco muestra un ajuste significativo ($F(4,39) = 2.06$, $p = 0.11$).

Tabla 26

Coeficientes asociados a las variables predictoras.

Variable	Estimación	Error Estándar	t-valor	p-valor
(Intercepto)	3.0224	0.9495	3.183	0.00286
Actitud	-0.0651	0.0447	-1.458	0.15287
frecuencia	-0.0081	0.0117	-0.696	0.49072
importancia	0.0772	0.0487	1.585	0.12100
padres_matematica_importante	0.1989	0.2097	0.948	0.34876

Parte III: Discusión y Conclusiones

CAPÍTULO 8

Discusión

En este capítulo se analizan e interpretan los resultados obtenidos en la investigación y se confrontan con las hipótesis planteadas.

Los objetivos principales de este trabajo fueron caracterizar el rendimiento en las habilidades matemáticas básicas no simbólicas y simbólicas alcanzado por niños de 5 años y analizar la relación entre las habilidades matemáticas básicas y el entorno de aprendizaje en el hogar en niños de sala de jardín de 5 años, del Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

Las habilidades matemáticas básicas abordadas en este trabajo son la **subitización, estimación y discriminación de cantidades, el reconocimiento de numerales arábigos y la comprensión de la cantidad que representan.** Las mismas constituyen la base de las habilidades matemáticas complejas como el cálculo, la resolución de problemas y el álgebra que se van especializando y complejizando en relación a la interacción de factores como el contexto familiar, la escolaridad, la relación con el entorno (Raghubar & Barnes, 2017). Conocer como es el desarrollo de las habilidades matemáticas básicas en la muestra evaluada, podría eventualmente ayudar a detectar alteraciones en el desarrollo temprano como la discalculia, predecir problemas matemáticos posteriores (Jordan y Levine, 2009; Butterworth, 2005 b) y elaborar intervenciones específicas y oportunas para prevenir o mitigar las dificultades.

Para poder llevar adelante el objetivo de analizar la relación de las habilidades matemáticas básicas con las actividades realizadas en el hogar, fue necesario adaptar y validar el instrumento Cuestionario de entorno de aprendizaje en el hogar (Formoso et.al,

2023). El mismo se organiza en torno a tres variables: La frecuencia en la que la persona cuidadora realiza actividades de conocimiento numérico con el niño en el hogar, la actitud de la persona cuidadora hacia las matemáticas y finalmente, la importancia percibida de los logros tempranos de objetivos relacionados con el aprendizaje de las matemáticas, antes del ingreso al jardín de infantes. El proceso de validación fue la primera etapa de esta investigación y requirió en primer lugar la realización de tres traducciones del cuestionario original de Le Fevre (2009) del idioma inglés al español, por parte de tres profesionales independientes. El objetivo fue poner en común y realizar una síntesis, después una re traducción al inglés, para evaluar la concordancia entre la versión final y la original. En un segundo momento, se convocó a un comité de expertos, conformado por profesionales con un promedio de 25 años de experiencia para que evaluarán la relevancia, claridad, la pertinencia y la suficiencia del conjunto de ítems para describir el constructo. Para todos los ítems, reportaron niveles moderados y altos de relevancia, claridad y coherencia. Además, se obtuvo un índice de validez de contenido de 1 (Yusoff, 2019). Luego se procedió a analizar la validez aparente para lo cual, 10 personas cuidadoras de niños de entre 3 y 8 años, debieron asignar un puntaje de 1 o 0 a cada uno de los ítems, con el objetivo de indicar si éstos resultaban claros y comprensibles. Finalmente se analizó la validez del constructo para lo que participaron 225 personas cuidadoras, logrando así obtener la versión final del cuestionario.

En una segunda etapa, se conformó una muestra de 47 niños y niñas de las ciudades de Neuquén y Cipolletti, pertenecientes a dos jardines de infantes de sala de 5 años. Se procedió a evaluarlos con la batería de Habilidades Matemáticas Básicas y en simultáneo se brindó el Cuestionario de Entorno de Aprendizaje en el Hogar a las personas cuidadoras de los niños y niñas que participaron de la evaluación.

A continuación, se desarrollarán los resultados obtenidos en esta investigación, su relación con los objetivos planteados, y las conclusiones a las que se ha arribado como consecuencia de los mismos.

Caracterización De Las Habilidades Matemáticas Básicas

La **subitización** es una habilidad básica, no simbólica, de inicio temprano que consiste en identificar de forma rápida y exacta la cantidad de elementos que forman un conjunto de hasta 3 o 4 elementos, sin realizar el conteo de cada ítem de manera particular. Se definió el rango de subitización, es decir la cantidad máxima de elementos identificados de manera correcta, utilizando los tiempos de respuesta. Se consideró que mientras los tiempos fueran relativamente constantes el niño estaba identificando de forma automática las cantidades, es decir, subitizando, y que cuando los tiempos aumentaran de manera lineal con cada ítem adicional, el niño estaba contando. Los resultados obtenidos muestran que para este grupo de niños el rango de subitización promedio fue de 2.57. Estos resultados están en línea con lo descrito por Formoso (2018) donde se evaluó a un grupo de niños utilizando la misma batería (HMB) empleada en este trabajo, y obtuvo un rango promedio de subitización de 2.57 para niños de 5 años de edad. Además, coincide con la investigación de Gray & Reeve (2014), quienes en un estudio realizado con 78 preescolares de entre 42 a 57 meses de edad (media = 51,05 meses), obtuvieron un rango de subitización de 2,06 puntos (DE = 0,83). Cabe mencionar que, si bien el rango es levemente inferior que esta investigación, también es menor el rango etario.

La **estimación de cantidades** es un proceso cognitivo que implica generar una aproximación numérica de una cantidad sin necesidad de un conteo exacto, donde se le asigna un valor global a un conjunto de elementos. Es una habilidad no simbólica, pre verbal que implica un sistema numérico aproximado que permite al sujeto representar y manipular

información acerca de cantidades y posteriormente de números (Feigenson, et.al 2004; Karolis & Butterworth,2016). Implica la capacidad de generar representaciones aproximadas de cantidades discretas, mapeandolas a una magnitud que es preverbal, amodal y continua. Los resultados muestran que son los números 1,2 y 3 los que se identificaron con mayor precisión. En cuanto a los tiempos de respuesta, la velocidad no difiere entre 1 y 2 puntos, entre 2 y 3 puntos y entre 3 y 4 puntos, pero si entre las cantidades 1 a 3 y todas las restantes.

Estos resultados son coherentes con los descritos por la bibliografía y también con los obtenidos en el resto de las tareas, que muestran un marcado cambio en el rendimiento entre las primeras cantidades y las restantes. Esta habilidad, que funciona por medio de un sistema numérico aproximado, se manifiesta con mayor precisión en los números pequeños, específicamente 1, 2 y 3, donde los participantes mostraron una identificación más rápida y precisa. En tal sentido, la literatura existente sostiene que los humanos poseen un sentido numérico que permite la representación de cantidades de manera preverbal y amodal (Feigenson et al., 2004; Karolis & Butterworth, 2016).

Además, los datos revelan que los tiempos de respuesta son significativamente más rápidos para las cantidades que van de 1 a 3 en comparación con cantidades superiores. Esto indica un aumento en la complejidad del procesamiento numérico a medida que los números se vuelven más grandes, un patrón que ha sido documentado en investigaciones previas (Dehaene, 1997) y argumenta que este fenómeno es característico del sistema numérico aproximado, que permite a los seres humanos estimar magnitudes de manera eficaz, pero cuya precisión disminuye al aumentar el tamaño de la cantidad.

Reconocimiento de los números arábigos es la capacidad para identificar y comprender los símbolos numéricos. El conocimiento y uso de los mismos implican la capacidad de reconocer un arábigo determinado (ej. 4) activando la etiqueta verbal (cuatro)

que le corresponda, vincular el arábigo con a una cantidad determinada, y comprender su valor posicional dentro de la secuencia (Knudsen, 2015; Benoit, 2013; Whyte & Bull, 2008). Los numerales arábigos que los niños reconocieron con mayor precisión fueron el 1, 2 y 4, siendo el número 1 y el 2 el que les conllevo menor tiempo de respuesta. El número 5, sin embargo, fue el que se reconoció con menor tiempo de respuesta en total, pero con menor precisión en relación al 1, 2 y 4. Los numerales 6, 7 y 9 fueron los que ejecutaron con menor precisión y mayor tiempo de respuesta, resultando más difícil de identificarlos a lo largo de las diferentes tareas, lo que coincide con la práctica clínica en el que los niños suelen confundir los numerales 6 y 7, y 6 con 9. Al número 8 parecen identificarlos rápidamente, aunque no siempre lo vinculan de forma correcta a la cantidad que representa.

Emparejamiento de cantidades es la habilidad para asociar cantidades con sus representaciones simbólicas. Los resultados obtenidos muestran precisión para emparejar cantidades con sus respectivos números del 1 al 3, con un tiempo de respuesta menor.

Los numerales con mayor dificultad para emparejar con su cantidad fueron el 5, 8 y 9 ya que aparecen con número menor de respuestas correctas.

Resulta interesante advertir, que los numerales que se identificaron con mayor precisión y menor tiempo de respuesta, coinciden con los numerales dentro del rango de subitización identificado para esta muestra, es decir 1,2 y 3 elementos. En tal sentido, en tareas que involucran utilización de numerales arábigos, se observa un patrón similar al de subitización. Esto estaría alineado con las posturas de Dehaene (2011), Nieder & Dehaene, (2009) quienes establecen qué sistema numérico aproximado constituye las bases para el desarrollo de habilidades matemáticas simbólicas en los humanos. Este sistema, también compartido con otras especies, permite la representación y el procesamiento de magnitudes numéricas, siendo el fundamento de la estimación y la subitización (Feigenson et al., 2004). En los seres humanos, estas habilidades más complejas emergen del sentido numérico y

dependen de la escolarización y la interacción social (Serra-Grabulosa et al., 2010; Raghubar & Barnes, 2017).

Línea numérica es la capacidad del niño para asociar un dígito con una ubicación espacial específica y una posición en relación a otros números. Implica además la comprensión del valor posicional de los numerales arábigos.

Los resultados obtenidos muestran una mayor precisión para posicionar los números centrales tales como el 5,6,7; y se va volviendo más imprecisa hacia lo extremos de la recta. Cabe mencionar que la expectativa en este trabajo es que fueran los números más pequeños los que tuvieran mayor precisión en la distancia con el blanco. Esto podría deberse a los descrito por Karolis, et.al (2011), en un estudio realizado con adultos, en el que encontraron un efecto de tendencia central: las estimaciones se inclinaban hacia el centro del intervalo, sobrestimando valores pequeños y subestimando valores grandes. Este sesgo, aunque afecta la precisión de las respuestas, no cambia la naturaleza lineal fundamental de la escala numérica subyacente. Los autores destacan que la magnitud del sesgo estaba relacionada con la precisión general en las tareas, sugiriendo que las personas con mayor precisión tenían un sesgo menos pronunciado. Es decir que a pesar de la influencia del sesgo de tendencia central, la representación mental de magnitudes numéricas en adultos se basa en una escala lineal, no logarítmica. En tal sentido, parece que una tendencia similar aparece en los niños de este estudio.

Discriminación de cantidades refiere a la capacidad para comparar y distinguir entre diferentes cantidades. En la muestra analizada, se observó mayor dificultad para la discriminación de cantidades cuando la razón entre las mismas era igual a 1.5 y 2, lo que se manifiesta en tiempos de respuesta significativamente más prolongados. Sin embargo, la precisión en las respuestas no mostró diferencias significativas entre las razones estudiadas. Estos hallazgos son consistentes con los reportados por Moyer y Landauer (1967), quienes

explicaron que los tiempos de respuesta y los errores son menores a medida que aumenta la diferencia entre las cantidades a comparar. La efectividad en la discriminación numérica está íntimamente relacionada con la razón numérica que separa los conjuntos en cuestión; por ejemplo, estudios previos han demostrado que esta capacidad varía significativamente entre diferentes especies, como palomas, ratas y primates (Brannon & Terrace, 2000).

En el caso de los niños, este proceso también presenta variaciones significativas a medida que crecen. Estudios muestran que los recién nacidos experimentan un incremento en la precisión de la discriminación numérica entre los 6 y 9 meses, un hecho que sugiere que el desarrollo de esta habilidad comienza antes de la adquisición del lenguaje y la educación formal (Wynn, 1992 b). Posteriormente, se ha observado que niños de entre 3 y 6 años presentan mejoras adicionales en su exactitud, lo cual puede atribuirse a la influencia del entorno educativo, como el jardín de infantes (Ruggeri et al., 2016).

Asociación Entre Tareas De Habilidades Matemáticas Básicas

En general, los aspectos que más llaman la atención en cómo se vinculan las diferentes tareas, es como el reconocimiento de arábigos, se asocia de manera moderada a fuerte con todas las demás tareas: estimación, emparejamiento precisión, discriminación precisión y rango de subitización. La relación es positiva en las tareas de precisión, y negativa con las tareas que miden tiempo de reacción y distancia.

También se encontró que hay un patrón general de 1,2 y 3 en rango de subitización, en tareas de emparejamiento y de estimación de cantidades, por lo que adquieren una significación particular.

Existen dos posturas sobre las habilidades matemáticas básicas. Una sostiene que las habilidades no simbólicas constituyen una base fundamental para el desarrollo de las

habilidades simbólicas, proponiendo que la comprensión intuitiva de la magnitud numérica es un prerrequisito para el aprendizaje de los símbolos matemáticos y las operaciones formales (Dehaene,2011; Feigenson, et.al, 2004). En contraste, otra perspectiva argumenta que estas habilidades son relativamente independientes, sugiriendo que el desarrollo de cada una puede ocurrir a través de mecanismos cognitivos distintos y que no necesariamente se influyen mutuamente. La discusión continúa sobre la extensión y la naturaleza de la influencia de las habilidades no simbólicas en el desarrollo de las habilidades matemáticas simbólicas. Sin embargo, la evidencia encontrada en este trabajo, podría alinearse con la postura de que efectivamente las habilidades no simbólicas constituyen la base en la cual se sientan las habilidades simbólicas.

Además, resulta interesante mencionar que a pesar de que este estudio se realizó con una muestra pequeña, sabiendo que el tamaño de la muestra influye en el p-valor, haber encontrado asociaciones fuertes, resulta significativo y proporciona solidez a los datos encontrados. En tal sentido, se podría pensar en replicar este estudio con un mayor número de participantes, para analizar si estos efectos fuertes se mantienen.

Los resultados que obtuvieron correlaciones positivas fuertes fueron las tareas de precisión en la discriminación, en la estimación y en el emparejamiento.

El rango de subitización muestra correlaciones positivas moderadas con algunas tareas, pero no con la totalidad. Por ejemplo, la correlación con las tareas de precisión en el reconocimiento de números arábigos es positiva. Esto podría sugerir que la capacidad de subitización puede contribuir en otras tareas numéricas.

Las tareas de línea numérica (tiempo de reacción y estimación de distancia) muestran algunas correlaciones con otras medidas, pero estas son generalmente más débiles que las correlaciones entre los otros tipos de tareas. Esto puede sugerir que las tareas de línea

numérica utilizan habilidades cognitivas ligeramente diferentes, o diferentes aspectos de esas habilidades.

Caracterización Del Entorno De Aprendizaje En El Hogar

Los resultados obtenidos en el cuestionario de entorno de aprendizaje en el hogar, se organizaron en tres variables: frecuencia con las que realizan actividades en el hogar, importancia percibida por la persona cuidadora sobre logros tempranos y actitud de la persona cuidadora hacia las matemáticas.

Frecuencia De Las Actividades Realizadas En El Hogar

Se preguntó por la frecuencia con la que realizaban las siguientes actividades realizadas en el entorno del hogar referidas a conteo, clasificación, identificación de números, operaciones, juegos numéricos, lectura, diferenciación entre números y letras, entre otros (ver ANEXO 1). En el análisis no se incluyeron los ítems referidos a la lectura.

En la muestra analizada, las actividades que se realizan con una frecuencia diaria son: contar objetos, repartir objetos y ordenar objetos por tamaño. Mientras que el uso del reloj, uso del calendario y hacer juegos con cálculos resultaron las actividades con menor frecuencia.

Se realizaron análisis de correlación entre los ítems de la subescala. La identificación de correlaciones positivas fuertes permite establecer posibles grupos de actividades que se complementan o se realizan juntas. Mientras que las correlaciones débiles o ausentes sugieren que son actividades independientes o que se realizan en contextos diferentes dentro del hogar.

Los análisis mostraron que la mayoría de los ítems se asocian con una proporción alta de los ítems restantes, excepto hablar de dinero y ordenar en serie que tienen asociaciones bajas, cercanas a cero, con la mayoría de los ítems restantes.

Se revela una correlación positiva fuerte entre contar objetos y repartir objetos, lo que sugiere que estas actividades tienden a realizarse juntas en los hogares con mayor frecuencia.

Por otra parte, es posible observar que existe correlaciones negativas significativas entre algunas actividades, esto sugiere que la realización frecuente de una actividad inhibe o está inversamente relacionada con la realización de la otra. Esto podría indicar, por ejemplo, que la práctica de habilidades más avanzadas (como usar el reloj, que demandan comprensión del tiempo) está menos relacionada o se realiza menos frecuentemente en hogares donde se hacen más actividades de nivel más básico (contar que es una habilidad matemática básica).

Importancia Percibida Por La Persona Cuidadora Sobre Logros Tempranos

Se preguntó a las personas cuidadoras, la importancia percibida respecto a que los niños y niñas ingresen a la educación formal sabiendo contar hasta 10, hasta 100, reconociendo números arábigos y realizando sumas sencillas. Los resultados indican que se le otorga mayor importancia a saber contar hasta 10 y reconocer numerales arábigos, mientras que se considera menos importante contar hasta 100 o realizar sumas sencillas.

La asociación entre estos ítems fue moderada a alta en todos los sub ítems de la escala.

Actitud De La Persona Cuidadora Hacia Las Matemáticas

Se analizó la actitud de las personas cuidadoras hacia las matemáticas, quienes debieron responder si se consideraban buenos en matemáticas cuando asistían al colegio, si lo disfrutaban antes y si lo disfrutan ahora, si les resulta útil para su trabajo y si consideran que

es importante enseñarlo. Los resultados obtenidos muestran que los puntajes más altos corresponden a considerar importante enseñar matemáticas desde temprano, mientras que los resultados más bajos refieren a la aplicación de conocimientos matemáticos en su trabajo.

Los distintos ítems de la subescala de actitud hacia las matemáticas muestran una asociación con intensidad moderada a alta entre sí, a excepción de considerar importante el enseñar las matemáticas desde temprano. Este último no se asocia con los restantes, por lo que se analizó por separado.

Respecto a la importancia de la enseñanza temprana de las matemáticas, esta creencia no está necesariamente relacionada con las propias experiencias de la persona cuidadora o su uso actual de las matemáticas. La falta de correlación entre la importancia de la enseñanza temprana y otras actitudes sugiere que la creencia en la enseñanza temprana puede estar basada en factores diferentes a la experiencia personal con las matemáticas, por ejemplo, factores externos, como la influencia de la sociedad, creencias educativas o la información recibida sobre el desarrollo infantil. Este aspecto quedó por fuera de este estudio, y sería de interés ahondar al respecto en futuras investigaciones.

La alta correlación entre las demás afirmaciones indica una coherencia en las actitudes de los cuidadores. Aquellos que se consideran buenos en matemáticas, que las disfrutaban antes y que las disfrutan ahora, tienden también a aplicarlas en su trabajo. Esto es coherente con la idea de que las actitudes y experiencias positivas hacia las matemáticas se refuerzan mutuamente. Esto permite pensar que al desarrollar programas de educación matemática dirigidos a niños y familias, se debe abordar tanto el aspecto conceptual de la importancia de la enseñanza temprana como la necesidad de experiencias positivas personales para construir una actitud favorable hacia las matemáticas.

Asociación entre Habilidades Matemáticas Básicas y Entorno de Aprendizaje en el Hogar

Relación Del Entorno De Aprendizaje En El Hogar Con Las Habilidades Matemáticas Básicas No Simbólicas.

Las primeras hipótesis planteadas en este trabajo afirmaban que la capacidad para **subitizar, estimar y discriminar cantidades** a los 5 años de edad se vinculan con el entorno de aprendizaje en el hogar.

Los resultados del estudio sobre la relación entre la subitización, la estimación de cantidades y el entorno de aprendizaje en el hogar no apoyan completamente la hipótesis planteada. Si bien se encontró una asociación significativa entre la frecuencia de actividades matemáticas en el hogar y el rango de subitización y la precisión en la estimación de cantidades, la actitud de las personas cuidadoras hacia las matemáticas, su percepción sobre qué tan importantes son las matemáticas en general y específicamente en cuanto a su enseñanza temprana no mostraron un efecto significativo en ninguna de las habilidades evaluadas.

Los resultados del estudio sobre la discriminación de cantidades y su relación con el entorno de aprendizaje en el hogar no apoyan la hipótesis planteada. En general, los modelos de regresión utilizados para predecir la precisión y el tiempo de respuesta en la tarea de discriminación de cantidades, no mostraron un ajuste significativo. La única excepción fue la actitud hacia las matemáticas, que se asoció significativamente con el tiempo de respuesta en la tarea de discriminación de cantidades, mostrando que una actitud más negativa se relaciona con tiempos de respuesta más lentos. Sin embargo, la frecuencia de las actividades matemáticas en el hogar, la importancia atribuida a los logros tempranos y la percepción de los cuidadores sobre la importancia de la enseñanza de las matemáticas no fueron predictores

significativos en ninguna de las tareas evaluadas. Estos hallazgos sugieren que el entorno de aprendizaje en el hogar, tal como se midió en este estudio, no es un factor determinante en el desarrollo de la habilidad para discriminar cantidades a los 5 años de edad. La actitud hacia las matemáticas, parece influir únicamente en la velocidad de procesamiento en la tarea de discriminación.

Habilidades Matemáticas Básicas Simbólicas Y Su Relación Con El Entorno De Aprendizaje En El Hogar

Otra hipótesis de este trabajo afirmaba que el **reconocimiento y comprensión de los numerales arábigos** a los 5 años de edad se asocian significativamente con el entorno de aprendizaje en el hogar.

Los resultados del estudio apoyan parcialmente estas hipótesis. Se encontró que la frecuencia de actividades matemáticas en el hogar se asocia significativa y positivamente con la precisión en el reconocimiento de numerales arábigos y negativamente con el tiempo de respuesta, indicando que una mayor frecuencia de actividades se relaciona con mayor precisión y mayor rapidez. Adicionalmente, la importancia atribuida a los logros tempranos mostró una asociación significativa y positiva con la precisión en el reconocimiento de numerales y una asociación marginalmente significativa con el tiempo de respuesta. Sin embargo, la actitud hacia las matemáticas y la percepción de los cuidadores sobre la importancia de la enseñanza no se asociaron con el rendimiento en esta tarea. Resultados similares se observaron en la tarea de línea numérica, donde la frecuencia de actividades matemáticas en el hogar se asoció significativamente y negativamente con la distancia media entre el blanco y la respuesta, reflejando una mayor precisión en la ubicación de los números. La importancia atribuida a los logros tempranos y a la enseñanza de las matemáticas mostraron asociaciones marginalmente significativas, mientras que la actitud no fue significativa.

La precisión y tiempo de respuesta en la tarea de emparejamiento de numerales, no se relaciona en este estudio con la frecuencia de actividades en el hogar, la importancia atribuida a los logros tempranos y ni con la percepción de los cuidadores sobre la importancia de la enseñanza de las matemáticas.

En síntesis, aunque la frecuencia de actividades matemáticas en el hogar emerge como un factor predictivo, consistente y significativo para el rendimiento en el reconocimiento de numerales y el uso de la línea numérica, la importancia atribuida a los logros tempranos también juega un papel, aunque menos consistente. Los resultados sugieren la necesidad de intervenciones que fomenten tanto la práctica frecuente como la valoración de los logros tempranos en matemáticas en el hogar para optimizar el desarrollo de estas habilidades.

En términos generales resulta interesante comparar los resultados obtenidos en el estudio de Le Fevre y cols. (2009), estudio original del cuestionario de entorno de aprendizaje en el hogar, con los obtenidos en esta investigación.

Le Fevre y cols. (2009) detectaron una asociación entre la frecuencia con que los padres realizan actividades numéricas con los niños en el hogar y el rendimiento matemático de los niños en conocimiento y fluidez aritmética. Las actividades numéricas se dividen en su trabajo como directas (enseñanza explícita de habilidades numéricas como contar o escribir números) e indirectas (actividades que incluyen componentes numéricos, pero no tienen como objetivo principal enseñar matemáticas, como juegos de mesa o cocinar). Las actividades numéricas directas están más asociadas con el conocimiento matemático (comprensión de conceptos numéricos), mientras que las actividades indirectas se relacionan más con la fluidez aritmética (rapidez y eficiencia en la ejecución de cálculos).

A su vez, en este estudio, los resultados mostraron que las actividades relacionadas con la alfabetización (como leer cuentos o practicar letras) fueron reportadas con mayor frecuencia que las actividades numéricas. Por lo que pareciera que la numeración, en general, no se suele priorizar tanto como la lectura en las rutinas familiares de esta muestra. Por otra parte, respecto a la importancia de la enseñanza temprana de las matemáticas por parte de los padres y sus experiencias personales con las matemáticas, no demostraron en la investigación, relaciones directas con las habilidades matemáticas básicas.

Al igual que lo reportado por Le Fevre, la frecuencia en la realización de actividades en el hogar, aparecen como tendencia de relación significativa en el desarrollo de habilidades matemáticas básicas.

Conclusiones

La capacidad de cuantificar el entorno es una habilidad básica presente tanto en humanos como en otras especies animales, facilitando la adaptación al medio ambiente. Estudios en animales (aves y primates) muestran una capacidad innata para discriminar cantidades, reconocer patrones numéricos y realizar cálculos rudimentarios, sugiriendo orígenes evolutivos compartidos para el procesamiento numérico. A esta capacidad se la denomina “sentido numérico" y es la que permite la representación y el procesamiento de magnitudes, formando la base de la estimación y la subitización. En humanos, este sentido numérico es fundamental para el desarrollo de habilidades matemáticas simbólicas (recitado, conteo, reconocimiento y comprensión de cantidades), las cuales dependen de la escolarización y el entorno social, y están influenciadas por factores biológicos, culturales y educativos. A diferencia de las habilidades numéricas básicas, las habilidades matemáticas simbólicas son exclusivas de los humanos. En tal sentido, este estudio tuvo como objetivo investigar y analizar las habilidades matemáticas básicas (subitización, estimación, discriminación de cantidades, reconocimiento de numerales arábigos y comprensión de la cantidad) en niños de 5 años y su relación con el entorno de aprendizaje en el hogar. Teniendo en cuenta los resultados y la discusión de este trabajo, es posible concluir que:

Al caracterizar las habilidades matemáticas básicas en esta muestra, se destaca un patrón significativo en las tareas de estimación, emparejamiento y rango de subitización para las cantidades 1, 2 y 3. Del mismo modo, aparecen vinculaciones fuertes en las tareas de reconocimiento de arábigos con el resto de las tareas. Estos hallazgos parecen apoyar que las habilidades matemáticas no simbólicas constituyen la base para el desarrollo de las habilidades simbólicas.

La **frecuencia** con la que realizan actividades matemáticas en el hogar, es predictora en el desarrollo de habilidades matemáticas básicas, ya que mostró una influencia consistente

y significativa en la precisión del reconocimiento de numerales arábigos, en la precisión en la línea numérica, en el rango de subitización, en la estimación y la precisión en discriminación de cantidades. Esto podría sugerir que la práctica regular y sistemática de actividades matemáticas en el hogar es importante para el desarrollo de estas habilidades específicas.

La **importancia atribuida a los logros tempranos en matemática,** no resultó un predictor significativo de habilidades matemáticas básicas. Solo se asoció positivamente con la precisión en el reconocimiento de numerales arábigos y mostró una tendencia similar, aunque no significativa, en la línea numérica y en la discriminación de cantidades. Esto destaca la relevancia de la valoración de los logros tempranos por parte de los cuidadores para el desarrollo de habilidades matemáticas.

La **actitud de los cuidadores hacia las matemáticas** solo mostró una influencia significativa en el tiempo de respuesta para la tarea de discriminación de cantidades, sugiriendo que una actitud negativa se asocia con un mayor tiempo de respuesta. Este factor no afectó significativamente el desempeño en otras habilidades, ni resulta predictora de las habilidades matemáticas básicas.

La **percepción de los cuidadores sobre la importancia de la enseñanza de las matemáticas** no tuvo un impacto significativo en ninguna de las habilidades evaluadas.

En general, los resultados respaldan parcialmente las hipótesis planteadas, mostrando una relación significativa entre la frecuencia de actividades matemáticas en el hogar y el rendimiento en algunas, pero no en todas, las habilidades matemáticas básicas evaluadas. La importancia atribuida a los logros tempranos también parece influir en el desarrollo de algunas habilidades específicas. La actitud del cuidador solo tuvo un impacto significativo en el tiempo de respuesta para la discriminación de cantidades.

Limitaciones

Considerando los objetivos y los resultados obtenidos en este trabajo, se identifican algunas limitaciones que deben ser tenidas en cuenta al interpretar los hallazgos. En primer lugar, el tamaño de la muestra, podría ser insuficiente para detectar asociaciones estadísticamente significativas entre las variables estudiadas, lo que podría dificultar la generalización de los resultados a otras poblaciones o contextos. Además, el diseño transversal del estudio, basado en una única medición en un punto específico en el tiempo, no permite establecer relaciones causales entre las variables. La correlación observada entre variables podría reflejar la influencia de otras variables no medidas en el estudio. Finalmente, la naturaleza del instrumento de recolección de datos, un cuestionario de autorreporte administrado a cuidadores, introduce una potencial fuente de sesgo. La subjetividad inherente a las respuestas de los cuidadores, su posible falta de precisión o sesgos en la percepción, puede afectar la validez y fiabilidad de las mediciones.

Perspectivas Futuras

Este trabajo abre diversas líneas de investigación futura. Se propone ampliar la muestra, incluyendo un mayor número de participantes y una mayor representación de grupos etarios, para replicar los hallazgos y explorar cómo la relación entre las variables estudiadas se modifica con la edad. Asimismo, se considera relevante investigar el impacto de intervenciones o programas específicos, diseñados para promover ciertas actividades en el hogar, sobre el desarrollo de las habilidades matemáticas básicas. Finalmente, se plantea el diseño de un programa de estimulación de estas habilidades, dirigido tanto a docentes de educación inicial como a profesionales de la psicopedagogía para su aplicación en contextos educativos y clínicos.

PARTE IV: Referencias

Referencias

Agrillo C, Bisazza A. (2017) Understanding the origin of number sense: a review of fish studies. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. Feb 19;373(1740):20160511. doi:* 10.1098/rstb.2016.0511. PMID: 29292358; PMCID: PMC5784038.

Agrillo, C., Piffer, L., Bisazza, A., & Butterworth, B. (2012). Evidence for two numerical systems that are similar in humans and guppies. *PLoS ONE, 7(2).* https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031923

Alarcón, L. (1997). *Lean construction*. CRC Press.

Anderson, J. R., Pyke, A. A., & Fincham, J. M. (2014). How Can Cognitive Neuroscience Contribute to Mathematics Education? Bridging the Two Research Areas. *Mathematics Education Research Journal, 26(4), 767-780. https://link.springer.com/article/10.1007/s13394-014-0134-9*

Ansari, D., & Dhital, B. (2006). Age-related changes in the activation of the intraparietal sulcus during nonsymbolic magnitude processing: An event-related functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*(11), 1820–1828. https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.11.1820

Ansari, D., & Karmiloff-Smith, A. (2008). Atypical trajectories of number development: A neuroconstructivist perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(8), 278–285.

APA American Psychiatric Association. Guia de los criterios diagnósticos del DMS-V (Medica Panamericana). (2014).

Ardila, A., & Rosselli, M. (2002). Acalculia and dyscalculia. *Neuropsychology Review,* 12, 179-231.

Ardila, A., Rosselli, M. (2014) *Neuropsicología de los trastornos del aprendizaje*. Manual Moderno

Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E., & Inozemtseva, O. (2011). Gender differences in cognitive development. *Developmental psychology*, *47*(4), 984.

Ashkenazi, S., & Henik, A. (2010). A disassociation between physical and mental number bisection in developmental dyscalculia. *Neuropsychology, 48, 2861-2868.*

Aunio, P. and M. Niemivirta (2010) *Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy.* Learning and Individual Differences, 427-435.

Aunio, P., Niemivirta, M., Hautamäki, J., Van Luit, J., Shi, J., & Zhang, M. (2006). Young children's number sense in China and Finland. Scandinavian Journal of Educational Research, 50 (5), 483-502.

Barbaresi, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L., & Jacobsen, S. J. (2005). Math learning disorder: Incidence in a population-based birth cohort, 1976–82, Rochester, Minn. *Ambulatory Pediatrics*, *5*(5), 281-289.

Baroody, A. y Wilkins, J. (1999). The development of basic counting, number and arithmetic knowledge among children classified as Mentally Handicapped. International review of research in Mental Retardation, 22, 51-103.

Baroody, A.J. (1984) *More precisely defining and measuring the order-irrelevance principle.* Journal of Experimental Child Psychology,. **38**(1): p. 33-41.

Bedoya Mariela Orozco, E. (1991). El niño y el sistema de numeración decimal. *CL&E. 11-12 pp-55-62*

Benoit, L., Lehalle, H., Molina, M., Tijus, C., & Jouen, F. (2013). Young children's mapping between arrays, number words, and digits. *Cognition, 129*, 95-101. doi: 10.1016/j.cognition.2013.06.005

Beran, M. J. (2007). Rhesus monkeys (Macaca mulatta) enumerate large and small sequentially presented sets of items using analog numerical representations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 33(1), 42–54. https://doi.org/10.1037/0097-7403.33.1.42*

Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of learning disabilities*, *38*(4), 333-339.

Blakemore, S. J., Frith, C. D., & Wolpert, D. M. (2001). The cerebellum is involved in predicting the sensory consequences of action. *Neuroreport*, *12*(9), 1879-1884.

Bojorque, G., & Cabrera, P. (2017). Ambiente de aprendizaje en el hogar, instrucción materna y desempeño numérico temprano. *MASKANA, 8(2), 17–29. https://doi.org/10.18537/mskn.08.02.02*

Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2016). Home life and the development of competence in mathematics: Implications of research with the HOME inventory. In Early Childhood Mathematics Skill Development in the Home Environment (pp. 29–49). *Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43974-7_3*

Brannon, E. M., & Terrace, H. S. (2000). Ordering of the numerosities 1–9 by monkeys. *Psychological Science*, 11(5), 412-419. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00277

Brysbaert, M. (2005). Number recognition in different formats. In J. i. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 23–42). Psycology Press. Dehaene, S. (2016). *El cerebro matemático. Como nacen, viven y a veces mueren los números en nuestra mente.* Editorial Siglo veintiuno.

Butterworth, B (2024). La ciencia de la discalculia. Instituto de neurociencia cognitiva, UCL, Centro de Neurociencia Educacional. Wumbox Masterclass.

Butterworth, B. (2005a*). Developmental dyscalculia*. En J. Campbell (Ed.), Handbook of mathematical cognition (pp. 455-467). Nueva York, EE.UU.: Psychology Press.

Butterworth, B. (2005b). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 46(1), 3-18.*

Butterworth, B. (2019). *Dyscalculia*. From science to education. Londres: Routledge.

Butterworth, B., & Kovas, Y. (2013). Understanding neurocognitive developmental disorders can improve education for all. *Science*, *340*(6130), 300-305.

Butterworth, B., & Walsh, V. (2011). *Neural basis of mathematical cognition*. In *Current Biology* (Vol. 21, Issue 16). Cell Press. https://doi.org/10.1016/j.cub.2011.07.005

Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From Brain to Education. *SCIENCE*, *332*, 1049–1053. http://science.sciencemag.org/

Canfield, R. L., & Smith, L. B. (1996). Number representation in young children: Measurement and understanding. *Child Development, 67*(6), 1912-1923.

Cantlon, J. F., & Brannon, E. M. (2007). Basic math in monkeys and humans: Shared system for nonverbal arithmetic. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19332-19337.

Cantlon, J. F., Brannon, E. M., Carter, E. J., & Pelphrey, K. A. (2006). Functional imaging of numerical processing in adults and 4-y-old children. *PLoS Biology*, *4*(5), 844–854. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040125

Carey, S. (2004). Susan Carey. Doedalus, Wonter(1), 59-68. https://doi.org/10.1162/001152604772746701

Case, L. P., Harris, K. R., & Graham, S. (1992). Improving the mathematical problem-solving skills of students with learning disabilities: Self-regulated strategy development. *The Journal of Special Education, 26, 1–19.*

Castro-Cañizares, D., Estévez-Pérez, N., & Reigosa-Crespo, V. (2009) Teorías contemporáneas sobre la discalculia de desarrollo. *Revista de Neurología, 49, 143-148.*

Cervini, R. (2014). Desigualdades socioculturales en el aprendizaje de Matemática y Lengua de la Educación Secundaria en Argentina: un modelo de tres niveles. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 8(2).* *https://doi.org/10.7203/relieve.8.2.4365*

Cipolotti, L., Butterworth, B., & Denes, G. (1991). *A specific deficit for numbers in a case of dense acalculia*. http://brain.oxfordjournals.org/

Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Effects of a preschool mathematics curriculum: Summative research on the Building Blocks project. *Journal for research in Mathematics Education*, *38*(2), 136-163.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, *333*(6045), 968-970.

Cohen, L., & Dehaene, S. (2000). Calculating without reading: Unsuspected residual abilities in pure alexia. *Cognitive Neuropsychology, 17*, 563–583.

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.

Dansilio, S. (2017). Calculo y aprendizaje no verbal. In N. Fejerman & N. Grañana (Eds.), *Neuropsicologia Infantil* (1st ed., pp. 389–425). Paidos.

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

Davidson, P. M., & Ansari, D. (2010). The role of the intraparietal sulcus in the representation of numerical magnitude: Insights from neuroimaging. *Neuroscience*, 16(6), 341-356.

de Leon, D., Sanchez, I., Koleszar, V., Cervieri, I., & Maiche, A. (2021). Actividades numéricas en el hogar y desempeño matemático en preescolares. *Revista Argentina de Ciencias Del Comportamiento, 13*(3), 49–58.

De Smedt, B., & Boets, B. (2010). Phonological processing and arithmetic fact retrieval: Evidence from developmental dyslexia. *Neuropsychologia, 48*(14), 3973-3981.

Dehaene, S y Cohen, L (1997): Cerebral pathways for calculation: double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex, 33, 219-250.*

Dehaene, S. (1996). The organization of brain activations in number comparison: Event-related potentials and the additive-factors method. *Journal of Cognitive Neuroscience, 8*, 47–68.

Dehaene, S. (2001). *The Cognitive Neuroscience of Numeracy: Exploring the Cerebral Substrate, the Development, and the Pathologies of Number Sense*. In S. Fitzpatrick & J.

Dehaene, S. (2011). *El sentido numérico: cómo la mente crea las matemáticas*. Editorial Anagrama.

Dehaene, S. (2016). *El cerebro matemático. Como nacen, viven y a veces mueren los números en nuestra mente.* Editorial Siglo veintiuno.

Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). *Towards an anatomical and functional model of Number Processing.* Mathematical Cognition (Vol. 1, pp. 83–120).

Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. In *Cognitive Neuropsychology* (Vol. 20, Issues 3–6, pp. 487–506). https://doi.org/10.1080/02643290244000239

Dehaene, S.and Changeux J.P. (1993). Development of elementary numerical abilities: a neuronal model. *Journal of Cognitive Neuroscience, 5*(4): p. 390-407.

Deloche, G., & Seron, P. X. (1982). From one to : An analysiis 0% a transcoding pr by means of ne ropsychological. In *Cognition* (Vol. 12).

DeStefano, D. and J.A. LeFevre, *The role of working memory in mental arithmetic.* European Journal of Cognitive Psychology, 2004. **16**(3): p. 353-386.

Dirks, E., Spyer, G., Van Lieshout, E. C. D. M., & de Sonneville, L. M. J. (2008). Prevalence of combined reading and arithmetic disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *41*(5), 460–473. https://doi.org/10.1177/0022219408321128

Dyson, N. I., Jordan, N. C., & Glutting, J. (2013). A Number Sense Intervention for Low-Income Kindergartners at Risk for Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 46(2), 166–181. https://doi.org/10.1177/0022219411410233*

Dyson.N, Jordan.N, Beliakoff.A, Hassinger-Das.B (2015) A Kindergarten Number-Sense Intervention With Contrasting Practice Conditions for Low-Achieving Children. *Department of Healthy & Human Services of USA. 46(3): 331–370.* doi:10.5951/jresematheduc.46.3.0331

Fazio, B. (1999). Arithmetic calculation, short-term memory, and language performance in children with specific language impairment: A 5-year follow-up. Journal of Speech, *Language and Hearing Research, 42, 420-431.*

Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307-314.

Fernández-Abella, R., Peralbo-Uzquiano, M., Durán-Bouza, M., Brenlla-Blanco, J. C., & García-Fernández, M. (2020). Programa de intervención virtual para mejorar la memoria de trabajo y las habilidades matemáticas básicas en Educación Infantil. *Revista de Psicodidáctica*, 25(1), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.psicod.2019.08.001:contentReference[oaicite:3]{index=3}

Fias, W., Lammertyn, J., Caessens, B., & Orban, G. A. (2007). Processing of abstract ordinal knowledge in the horizontal segment of the intraparietal sulcus. *Journal of Neuroscience*, *27*(33), 8952–8956. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2076-07.2007

Formoso, J (2016). *Estudio de las habilidades implicadas en la competencia matemática y procesos cognitivos subyacentes en niños*. [Tesis doctoral no publicada] Universidad de Buenos Aires. Argentina.

Formoso, J., Pablo Barreyro, J., Calero, A.,Injoque-Ricle, I., & Jacubovich, S. (2018). Desarrollo de habilidades matemáticas básicas en niños de 4,5 y 6 años. *Investigaciones en psicología. Pp 27-35.*

Formoso, J., Pablo Barreyro, J., Injoque-Ricle, I., & Jacubovich, S. (2017). Evaluación de habilidades matemáticas básicas en niños de 4 años de edad. *Subjetividad y Procesos Cognitivos, 21*.

Formoso, J; Ortiz,S; Errico, C (2023). *Traducción y adaptación de un cuestionario sobre entornos de aprendizaje de las matemáticas en el hogar*. En 3er Congreso de Psicología. Universidad Nacional de San Luis. Argentina.

Fuson, K., Briars, D, and Richards, J. (1982) *The acquisition and elaboration of the number word sequence,* in *Children's logical and mathematical cognition*. Springer-Verlag: New York.

Geary, D. C. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatric, 32(3), 250-263.*

Geary, D. C. (2017). *La discalculia en edad temprana* (Ed. rev.). University of Missouri.

Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics: Theoretical and empirical perspectives. In *The handbook of mathematical cognition* (pp. 253-267). Psychology Press.

Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology, 77, 236-263.*

Gerstmann, J. (1940). Syndrome of finger agnosia, disorientation for right and left, agraphia and acalculia. *Archives of Neurology and Psychiatry, 44, 398-408.*

Gil Flores, J. (2009). Hábitos y actitudes de las familias hacia la lectura y competencias básicas del alumnado. *Revista de Educación, 350, 350, 301–322*.

Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. Matemáticas y su Didáctica para Maestros.* Manual para el Estudiante. http://www.ugr.es/local/jgodino/edumat-maestros/

Gómez Pastor, I. (2008). *Alteraciones en el procesamiento del cálculo en pacientes con demencia tipo Alzheimer* [Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. Catálogo General de Publicaciones Oficiales. http://www.060.es

Gray, S. A., & Reeve, R. A. (2014). Preschoolers' dot enumeration abilities are markers of their arithmetic competence. *PLoS ONE, 9*(4), e94428. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094428

Griffin, S. A., Case, R., & Siegler, R. S. (1994). *Rightstart: Providing the central conceptual prerequisites for formal learning of arithmetic to students at risk for school failure*. In K. McGilly (Ed.), Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice (pp. 25- 49). Cambridge, MA: MIT Press.

Halberda, J. and. Feigenson, L. (2008) Developmental change in the acuity of the "Number Sense": The approximate number system in 3-, 4- 5- and 6-year-olds and adults. *Developmental Psychology, p. 1457-1465*Hanich, B. Jordan, C. N., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology, 9, 615-626.*

Hannula, M. M., y Lehtinen, E. (2005). Spontaneous focusing on numerosity and mathematical skills of young children. *Learning and Instruction, 15*(), 27-256.

Henschen SE. (1919). *Clinical and anatomical contributions on brain pathology*. WF Schaller (trans). Arch. Neurol Psychiatry 13:226-249.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, F., & Baptista, L. (2006). *Metodología de la Investigación.* Mc Graw-Hill.

Jacubovich, S. (2006). *Modelos actuales de procesamiento del número y el cálculo*. https://www.researchgate.net/publication/266269870

Jevons, W.S., 1871.*The power of numerical discrimination.* Nature,**3** p. 363-372.

Jordan, N. C., & Levine, S. C. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental Disabilities Research Reviews, 15*(1), 60-68. https://doi.org/10.1002/ddrr.46

Karolis V, and Butterworth B. (2016). What counts in estimation? The nature of the preverbal system. *Prog Brain Res, **227**: p. 29-51.*

Karolis, V., Iuculano, T., & Butterworth, B. (2011). Mapping numerical magnitudes along the right lines: Differentiating between scale and bias. *Journal of Experimental Psychology: General, 140*(4), 693–706. https://doi.org/10.1037/a0024255

Kaufman, E.L. (1949). *The discrimination of visual number.* The American journal of psychology, **62**(4): p. 498-525.

Keeler M. L., & Swanson, H. L. (2001). Does strategy knowledge influence working memory in children with mathematical disabilities? *Journal of Learning Disabilities,* 34, 418-434

Knudsen, B., Fischer, M., Henning, A., & Aschersleben, G. (2015). The Development of Arabic Digit Knowledge in 4- to 7-YearOld Children. Journal of Numerical Cognition, 1(1), 21–37. doi: http://doi:10.5964/jnc.v1i1.4

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

Koontz, K. L., & Berch, D. B. (1996). Identifying simple numerical stimuli: Processing inefficiencies exhibited by arithmetic learning disabled children. *Mathematical Cognition, 2, 1-23.*

Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of learning disabilities*, *7*(3), 164-177.

Kovas, Y., & Plomin, R. (2006). Generalist genes: implications for the cognitive sciences. *Trends in cognitive sciences*, *10*(5), 198-203.

Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year-old students. *Cognition, 93, 99-125.*

LeFevre, J., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D., & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science, 41*(2), 55-66.

LeFevre, J.-A., Clarke, T., & Stringer, A. P. (2002). Influences of language and parental involvement on the development of counting skills: Comparisons of French- and English-speaking Canadian children. *Early Childhood Development and Care, 172*(3), 283-300. https://doi.org/10.1080/03004430212127

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

López, A., Solovieva, Y., & Quintanar, L. (2008). Funciones espaciales en sujetos normales con diferentes niveles educativos. *Revista de Ciencias Clínicas, 9*(1), 13-20.

Luria, A.R. (1980). Disturbances of Higher Cortical Functions with Lesions of the Frontal Region. In: Higher Cortical Functions in Man. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-8579-4_8

Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Intergenerational effects of parents' math anxiety on children's math achievement and anxiety. *Psychological Science, 26*(9), 1480-1488. https://doi.org/10.1177/0956797615592630

Mandler, G. and Shebo, B., (1982). *Subitizing: An analysis of its component processes.* Journal of Experimental Psychology: General, **11**: p. 1-22.

Mazzocco, M. M., & Myers, G. F. (2003). Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school-age years. *Annals of dyslexia, 53*, 218-253.

McCarthy, R., y Warrington, E. K. (1990). Cognitive Neuropsychology. *Academic Press. Londres.*

Mccloskey, M., Aliminosa, D., & Macaruso, P. (1991). Theory-Based Assessment of Acquired Dyscalculia. In *BRAIN AND COGNITION* (Vol. 17).

McCloskey, M.; Caramazza, A., y Basili, A. (1985): "Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia". *Brain and Cognition, 4, 171-196.*

McLean, J. F., & Hitch, G. J. (1999).Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 240-260.

Melhuish, E., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., Taggart, B., Phan, M., & Malin, A. (2008). Preschool influences on mathematics achievement. *Science, 321*(5893), 1161-1162. https://doi.org/10.1126/science.1158808

Mella, O., & Ortiz, I. (1999). Rendimiento escolar. Influencias diferenciales de factores externos e internos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, *29*, 69–92.

Miura, I. T., Kim, C. C., Chang, C.-M., & Okamoto, Y. (1988). Effects of Language Characteristics on Children's Cognitive Representation of Number: Cross-National Comparisons. In *Source: Child Development* (Vol. 59, Issue 6).

Morsanyi, K., van Bers, B. M. C. W., McCormack, T., & McGourty, J. (2018). The prevalence of specific learning disorder in mathematics and comorbidity with other developmental disorders in primary school-age children. *British Journal of Psychology*, *109*(3), 465–481. https://doi.org/10.1111/bjop.12322

Moyer, R. S., & Landauer, T. K. (1967). Time required for judgments of numerical inequality. *Nature*, 215(5100), 1519-1520. https://doi.org/10.1038/2151519a0

Moyer, R.S. and Landauer T.K., (1967) *Time required for judgement of numerical inequality.* Nature,. **215**: p. 1519-1520.

Mundy, E., & Gilmore, C. (2009). Children's mapping between symbolic and nonsymbolic representations of number. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*(4), 490–502. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.02.003.https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.04.005

Mussolin C, Nys J, Content A, Leybaert J (2014) Symbolic Number Abilities Predict Later Approximate Number System Acuity in Preschool Children. PLoS ONE 9(3): e91839. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091839

Mussolin, C., Mejias, S., & Noël, M.P. (2010).Symbolic and non symbolic number comparison in children with and without dyscalculia. *Cognition, 115, 10-25.*

Mutaf-Yıldız B, Sasanguie D, De Smedt B and Reynvoet B (2020) Probing the Relationship Between Home Numeracy and Children's Mathematical Skills: *A Systematic Review. Front. Psychol*. 11:2074. doi: 10.3389/fpsyg.2020.02074

Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., Brookes, R. L., & Needle, J. (2010). Procedural learning and dyslexia. *Dyslexia, 16*(3), 194-212.

Nieder, A (2017). Number faculty is rooted in our biological heritage. *Trends Cognitive Science. 21, 403-404.*

Nieder, A., & Dehaene, S. (2009). Representation of number in the brain. In *Annual Review of Neuroscience* (Vol. 32, pp. 185–208). https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.051508.135550

Nieder, A., & Miller, E. K. (2004). A parieto-frontal network for visual numerical information in the monkey. In *National Institutes of Health*. https://www.pnas.org

Niklas, F., & Schneider, W. (2017). Home learning environment and development of child competencies from kindergarten until the end of elementary school. *Contemporary Educational Psychology, 49,* 263-274.

OECD. (2022). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Clasificación internacional de enfermedades (ICD-11)*. https://icd.who.int/

Otálora Sevilla, Y., & Hormaza, M. O. (2006). "Setenta y tres cuarenta y cinco"? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (Vol. 9, Issue 1).*

Panamericana). (2014).

Pardo, J. R., Baz, M. R., & González, Á. J. (2020). Home numeracy activities in relation to basic number processing in kindergartners. *Revista de Educación, 2020(389), 45–68. https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2020-389-454*

Pérez, A. J., Castro, E., Lima, G., Tito, I., Lasanta, I., Boero, F., Ferreiro Secretaria, D., Macchi, C., & Guadagni, A. A. (2017). Escasos conocimientos y mucha desigualdad. *Nº 6 . Año 6.*

Piazza, M., et al., (2002) *Are subitizing and counting implemented as separate or functionally overlapping processes? Neuroimage,**15**: p. 435-446.*

Pica, P., et al., (2004)*Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group.* Science,. **306**(5695): p. 499-503.

Platt, J. K., & Johnson, D. M. (1971). *Localization of Position within u Homogeneous Behavior Chain: Effects of Error Contingencies1.* In learning and motivation (Vol. 2).

Praet, M., & Desoete, A. (2014). Enhancing young children's arithmetic skills through non-intensive, computerised kindergarten interventions: A randomised controlled study. *Teaching and Teacher Education, 39,* 56–65. https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.12.003

Price, G. R., & Ansari, D. (2011). Symbol processing in the left angular gyrus: Evidence from passive perception of digits. *NeuroImage*, *57*(3), 1205–1211. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.035

Purpura, D. J., Napoli, A. R., Skwarchuk, S. L., & Simms, V. (2022). *Identifying the preschool home learning experiences that predict early number skills*. arXiv. https://arxiv.org/abs/2201.00051

Raghubar, K. P., & Barnes, M. A. (2017). Early numeracy skills in preschool-aged children: a review of neurocognitive findings and implications for assessment and intervention. In *Clinical Neuropsychologist* (Vol. 31, Issue 2, pp. 329–351). Routledge. https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1259387

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.

Rapin, I. (2016). Dyscalculia and the calculating brain. *Pediatric neurology*, *61*, 11-20.

Reigosa-Crespo, V., Valdés-Sosa, M., Butterworth, B., Estévez, N., Rodríguez, M., Santos, E., ... & Lage, A. (2012). Basic numerical capacities and prevalence of developmental dyscalculia: The Havana Survey. *Developmental Psychology*, *48*(1), 123.

Rodriguez-Garcia, I., Gonzalez-Hernandez, K., Estevez-Perez, N., Campver-Garcia, Y., & Romero-Quintana, Y. (2022). Influencia familiar en el desarrollo de habilidades para el procesamiento numérico en niños preescolares. *Revista de Información Científica, 101*.

Rosselli, M., Matute, E., Pinto, N., & Ardila, A. (2006). Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia. *Developmental Neuropsychology, 30, 801-818.*

Rubinsten, O., & Henik, A. (2005). Automatic activation of internal magnitudes: A study of developmental dyscalculia. *Neuropsychology,* 19, 641-648.

Ruggeri, A., et al. (2016). Development of numerical abilities in preschoolers and the role of the home environment. *Developmental Psychology*, 52(7), 1069. https://doi.org/10.1037/dev0000269

Sénéchal, M., & LeFevre, J. A. (2002). Parental involvement in the development of children's reading skill: A five-year longitudinal study. *Child development*, *73*(2), 445-460.

Serra-Grabulosa J, Pérez-Pàmies M, Adan A, Lachica J, Membrives S (2010). Bases neurales del procesamiento numérico y del cálculo. *Rev Neurol* 50 (1), 39-46

Serra-Grabulosa, J. (2016 a). La Discalculia. En Scandar R. (Ed.), *Perspectivas actuales en neuropsicología infantil.* Distal.

Serra-Grabulosa, J. M. (2016 b). *El cerebro y los números: El conocimiento matemático y sus bases cerebrales*. Editorial UOC.

Shalev, R. S., & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental discalculia. *Pediatric Neurology, 24, 337-342.*

Shalev, R. S., Auerbach, J., Manor, O. H. A. D., & Gross-Tsur, V. (2000). Developmental dyscalculia: prevalence and prognosis. *European child & adolescent psychiatry*, *9*, S58-S64.

Skwarchuk, S. L., Sowinski, C., & LeFevre, J.-A. (2014). Formal and informal home learning activities in relation to children's early numeracy and literacy skills: The development of a home numeracy model. *Journal of Experimental Child Psychology, 121*, 63-84. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.11.006

Solovieva, Y., Rojas, L. Q., & Lázaro, E. (2006). Efectos socioculturales sobre el desarrollo psicológico y neuropsicológico. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 6(1), 9–20.

Starkey, P., & Cooper, R. G. (1995). The development of numerical cognition: Counting, number judgment, and arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology,* 59(2), 165-189.

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://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.06.010*

Szűcs, D., & Goswami, U. (2013). Developmental dyscalculia: Fresh perspectives. *Trends in Neuroscience and Education*, *2*(2), 33-37.

Temple, C. M. (1994). The cognitive neuropsychology of the developmental dyscalculias. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition* , 13(3), 351–370. – 370.

Tosto, M. G., Momi, S. K., Asherson, P., & Malki, K. (2015). A systematic review of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and mathematical ability: current findings and future implications. *BMC medicine*, *13*, 1-14.

Trick, L. M., & Pylyshyn, Z. W. (1994). Why Are Small and Large Numbers Enumerated Differently? A Limited-Capacity Preattentive Stage in Vision. In *Psychological Review* (Vol. 101, Issue 1).

Tzelgov, J., & Ganor-Stern, D. (2005). Automaticity in processing ordinal information. En J. I. D. Campbell (Ed.), Handbook of mathematical cognition (pp. 239-261). New York, EE.UU.: Psychology Press.

Vanbinst K, Ansari D, Ghesquière P, De Smedt B (2016) Symbolic Numerical Magnitude Processing Is as Important to Arithmetic as Phonological Awareness Is to Reading. PLoS ONE 11(3): e0151045. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151045

Varol, F., & Farran, E. K. (2006). *Early numerical competencies in children: Discriminating quantities and understanding number words*. British Journal of Educational Psychology, 76(1), 85-108.

Vera J.; Gonzalez .C, H. S. (2014). Familia y logro escolar en matemáticas del primer ciclo escolar de educación primaria en Sonora, *Estudios Pedagógicos, vol. XL, n. 1,* 281-292, México.

Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental medicine & child neurology*, *49*(11), 868-873.

von Hagen, A., Cuadro, A., & Giloca, V. (2017). La construcción de hechos numéricos básicos: incidencia del sexo, curso y nivel socioeconómico del alumno. *Ciencias Psicológicas*, 67–76. https://doi.org/10.22235/cp.v11i2.1348

Wang, J. Halberda, L. Feigenson.(2021) Emergence of the link between the approximate number system and symbolic math ability. *Child Development, 92 (2) (2021), pp. e186-e200, 10.1111/cdev.13454*

Whyte, J. and R. Bull, *Number Games, Magnitude Representation, asn Basic Number Skills in Preschoolers.* Developmental Psychology, 2008. **44**(2): p. 588-596.

Wynn, K. (1992 a). Adquisición por parte de los niños de las palabras numéricas y del sistema de conteo. *Psicología cognitiva*, *24* (2), 220–251. https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90008-P

Wynn, K. (1992 b). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358(6389), 749-750. https://doi.org/10.1038/358749a0

Wynn, K. (1996). Infants' individuation and enumeration of actions. *Psychological Science, 7(3), 164-169.*

Xenidou-Dervou, I., Gilmore, C., van der Schoot, M., & van Lieshout, E. C. D. M. (2015). The developmental onset of symbolic approximation: Beyond nonsymbolic representations, the language of numbers matters. *Frontiers in Psychology, 6,* Article 487. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00487

Xu, F., Spelke, E. S., & Goddard, S. (2005). Number sense in human infants. *Developmental Science, 8(1), 88-101.*

Yusoff, M. S. B. (2019). ABC of Content Validation and Content Validity Index Calculation. *Education in Medicine Journal, 11, 49-54.* https://doi.org/10.21315/eimj2019.11.2.6

ANEXO

Anexo 1

Entorno de aprendizaje en el hogar: Cuestionario a madres, padres y personas cuidadoras

- **Datos del niño/niña**

Fecha de nacimiento:……..

Sexo biológico: Femenino / Masculino

- **Datos de madre/ padre o persona cuidadora**

Edad:……

Género (marcar con una x)	
Femenino	
Masculino	
Femenino trans	
Masculino trans	
No binario	
otro	

Años de escolaridad (marcar con una x)	
Primaria completa	
Primaria incompleta	
Secundaria completa	
Secundaria incompleta	
Universitario o Terciario completo	
Universitario o Terciario incompleto	

Parentesco o relación con el niño/niña (marca con una x)	
madre	
padre	
Abuela/0	
Tío/a	
tutor	
otro	

Instrucciones

Por favor, completá el siguiente cuestionario respondiendo a todas las preguntas. Hacerlo te llevará aproximadamente 15 minutos. Tené en cuenta al momento de responder que las preguntas refieren a la situación cotidiana de aprendizaje del niño o la niña en el hogar y no se limitan a tus interacciones con él o ella.

Sección A

En tu opinión, ¿qué tan importante considerás que es para un niño alcanzar los siguientes objetivos antes de ingresar a la sala de 4 en el jardín? Marcá la opción que corresponda.

Objetivo	No es importante	Es un poco importante	Es medianamente importante	Es importante	Es muy importante
Contar hasta 10					
Contar hasta 100					
Reconocer números escritos					
Realizar sumar simples					
Decir el abecedario completo					
Reconocer algunas letras					
Escribir su nombre					
Escribir algunas letras					

Sección B

En el mes pasado, ¿con qué frecuencia realizaron las siguientes actividades vos y el/la niño/a? Marcá la opción que corresponda.

Marcá **NC** (no corresponde) si la actividad no aplica para tu niño/a (por ejemplo, si se trata de una actividad que por su edad todavía no puede realizar)

Actividad	Nunca	2 a 3 veces por mes	1 vez por semana	2 a 4 veces por semana	Casi todos los días	NC
Jugar con tarjetas con números (por ejemplo, jugos de cartas como el UNO o con la baraja española)						
Identificar los nombres de números escritos						
Contar objetos						

Ordenar o agrupar objetos por tamaño, color o forma						
Contar hacia atrás (10, 9, 8, 7…)						
Hacer sumas simples (por ejemplo, 2 + 2 = 4)						
Escribir números						
Hablar de dinero mientras hacen las compras (por ejemplo, "no compramos esto porque es muy caro, compramos lo otro que cuesta menos plata")						
Medir ingredientes mientras cocinan						
Identificar los nombres de letras escritas						
Identificar los sonidos de letras escritas						
Jugar a juegos por tiempo						
Jugar con el celular o la calculadora para hacer cuentas (por ejemplo, jugando a comprar y vender)						
Actividades de unir con puntos						
Usar calendarios y fechas						
Usar o jugar con un reloj						
Usar libros de actividades numéricas						
Leer libros de historias con números (leyendo el adulto)						
Jugar juegos de mesa con dados y casilleros (por ejemplo, juego de la oca)						
Jugar juegos de cartas						
Escribir letras						
Actividades donde tenga que repartir cosas (por ejemplo, figuritas, caramelos, poner la mesa)						

Sección C

Por favor, leé las siguientes afirmaciones e indicá el grado en que estás de acuerdo con cada afirmación marcando la opción correspondiente.

Actividad	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Cuando iba a la escuela, era bueno/a en matemáticas					

Cuando iba a la escuela, disfrutaba las matemáticas					
Cuando iba a la escuela, era bueno en actividades de lengua y literatura como lectura					
Cuando iba a la escuela, disfrutaba las actividades de lengua y literatura como la lectura					
Mi trabajo está relacionado con las matemáticas					
Disfruto de realizar actividades matemáticas					
Disfruto de leer					
Considero que es importante exponer a al/la niño/a a conceptos matemáticos todos los días					
Considero que es importante leerle al/la niño/a todos los días					

Anexo 2

Consentimiento Informado

Me ha sido explicado que la Lic. Carla Errico de la Facultad de Psicología y Ciencias Sociales de UFLO, desea conocer cómo es el entorno de aprendizaje en el hogar y caracterizar las habilidades matemáticas de aparición temprana en estudiantes de nivel inicial, es por esta razón que se está realizando un trabajo de investigación.

Mi participación en la investigación consiste en responder con sinceridad a la administración de los cuestionarios que se me entregarán. Además, autorizo a mi hija/o…….a participar de la evaluación que se realizará en un único encuentro dentro del jardín y del horario escolar, que implica realizar actividades en la computadora. Las mismas tendrán una duración de aproximadamente 30 minutos.

La participación es voluntaria y en cualquier momento puedo dejar sin efecto la presente autorización, retirándome del presente acto.

Se me ha dicho que mis respuestas u opiniones serán confidenciales y sólo de conocimiento para el equipo de investigación, resguardando mi privacidad y los resultados no serán ligados a mi información que se coloca al pie del presente consentimiento.

Asimismo, se me ha explicado que los resultados globales de la investigación serán presentados en la Facultad de Psicología y Ciencias Sociales de la UFLO y que podrán ser expuestos también en congresos y/o publicados en revistas científicas preservándose siempre mi identidad, conforme a la ley 25.326

Entiendo que los resultados de la investigación me serán proporcionados si los solicito y que en caso de que tenga alguna pregunta acerca del estudio o sobre mis derechos a participar en el mismo, puedo contactar a la Secretaría de Investigación y Desarrollo UFLO, a sinvestydes@uflo.edu.ar o al mail carlaerrico@hotmail.com (responsable de la investigación).

Habiendo comprendido lo que se me ha explicado, acepto participar en este trabajo de investigación.

Firma:	**Firma Profesional Informante:**
Aclaración:	**Aclaración:**
DNI:	**DNI:**
Fecha:	**Protocolo N°:**

Autorizo a mi hijo/a..... a participar de la investigación, y se me ha explicado que consiste en la realización de tareas de habilidades matemáticas, que se realizan por medio de una computadora y no implican ningún tipo de examen físico ni la administración de medicamentos. La duración aproximada es de 30 minutos. Los datos individuales de mi hijo/a que se obtengan serán confidenciales y no serán divulgados en la escuela ni otro ámbito público.

Firma

Aclaración

Fecha

Anexo 3

RIUFLO

UFLO UNIVERSIDAD

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE OBRAS EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL DE LA UFLO UNIVERSIDAD

RIUFLO - *Repositorio Institucional de la Universidad de Flores* - fue creado para gestionar y mantener una plataforma digital de acceso libre y abierto para la difusión de la creación intelectual de la Universidad de Flores.

El autor cede a la Universidad de forma gratuita pero no exclusiva, los derechos de reproducción, de distribución y de comunicación pública de su obra, a través del RIUFLO. Por lo tanto, la Universidad adopta para los ítems allí depositados la Licencia Creative Commons atribución - no comercial - compartir igual 4-0 internacional y siempre requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría. De solicitar otras limitaciones, el autor podrá detallarlas en forma expresa o a través de la elección de otro modelo de Licencia.

Autorizo la publicación de la obra:

Desde la fecha [27-12-2024]

Dentro de los 6 meses posteriores a su aceptación

Otro plazo mayor detallar/justificar:

Lugar y fecha: Neuquén, 27 de diciembre de 2024

Adela Erico
LIC. EN PSICOPEDAGOGÍA
M.P. NQN. 183

Firma y aclaración del autor: