

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

## ATENCIÓN Y FUNCIONES EJECUTIVAS EN EL TRASTORNO ESPECÍFICO DEL APRENDIZAJE

## ATTENTION AND EXECUTIVE FUNCTIONS UN SPECIFIC LEARNING DISORDER

CATALINA QUINTERO LÓPEZ<sup>1</sup>, LINA MARCELA MENESES MEZA<sup>2</sup>, SUSANA ANDREA HOLGUÍN ORTIZ<sup>3</sup>,  
MARCELA SALCEDO FLEREZ<sup>4</sup>, VÍCTOR DANIEL GIL VERA<sup>5</sup>

FECHA DE RECEPCIÓN 28/05/2021 • FECHA DE ACEPTACIÓN 18/04/2022

**Para citar este artículo:** Quintero C., Meneses, L., Holguín, S., Salcedo, M., Gil, V. (2022).

*Atención y funciones ejecutivas en el Trastorno Específico del Aprendizaje. Psychologia. Avances de la Disciplina*, 16(1) 33-39.

<https://doi.org/10.21500/19002386.5432>

## Resumen

El Trastorno Específico del Aprendizaje (TEAPZ) corresponde a una alteración de origen biológico, que se interpone en el desarrollo de habilidades académicas en lectura, escritura y cálculo, persistentes a lo largo del ciclo vital. El objetivo de este trabajo fue identificar las características de los procesos cognoscitivos de la atención y funciones ejecutivas (FE) en el TEAPZ, a través del desarrollo de una revisión sistemática de literatura, empleando la metodología propuesta por Pati y Lorusso (2018), con el objetivo de responder la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuáles son las características de la atención y de las FE en el TEAPZ?* El período de búsqueda estuvo comprendido entre el año 2014 y 2021. Se revisaron las bases de datos científicas Scopus, WoS y Scielo. Se concluye que el diagnóstico del TEAPZ en el proceso cognoscitivo de la atención se asocia a dificultades en la búsqueda, rastreo visual y velocidad de procesamiento, en las FE existen déficits en la planificación, control inhibitorio y memoria de trabajo.

**Palabras Claves:** atención, discalculia, disgrafía, dislexia y funciones ejecutivas.

## Abstract

Specific Learning Disorder (SLD) is a disorder of biological origin, which interferes with the development of academic skills in reading, writing and arithmetic, persistent throughout the life cycle. The aim of this paper was to

1 Universidad Católica Luis Amigó. Transversal 51A 67B 90 (Medellín-Colombia), (604) 4487666, <https://orcid.org/0000-0001-5532-3024>. Correo electrónico: [catalina.quintero@amigo.edu.co](mailto:catalina.quintero@amigo.edu.co)

2 Universidad Católica Luis Amigó. <https://orcid.org/0000-0002-8617-7020>

3 Universidad Católica Luis Amigó. <https://orcid.org/0000-0001-7015-6519>

4 Universidad Católica Luis Amigó. <https://orcid.org/0000-0003-2097-8797>

5 Universidad Católica Luis Amigó. <https://orcid.org/0000-0003-3895-4822>

identify the characteristics of the cognitive processes of attention and executive functions (EF) in the TEAPZ, through the development of a systematic literature review, using the methodology proposed by Pati & Lorusso (2018), in order to answer the following research question: *Q1 What are the characteristics of attention and EF in the TEAPZ?* The search period was between 2014 and 2021. The scientific databases; Scopus, WoS and Scielo were reviewed. This paper concludes that the diagnosis of TEAPZ in the cognitive process of attention is associated with difficulties in search, visual tracking and processing speed, in EF there are deficits in planning, inhibitory control and working memory.

**Keywords:** Attention, Dyscalculia, Dysgrafía, Dyslexia and Executive Functions.

## Introducción

En el aprendizaje intervienen dos procesos que dan lugar a la asimilación del conocimiento. El primero es una respuesta fisiológica fundamentada en las interacciones propias del desarrollo humano y el segundo se basa en las condiciones pedagógicas y didácticas de la educación formal (Martínez-Suarez, Arístides-Palacio & Montánchez-Torres, 2018). Las bases fisiológicas son fundamentales en el aprendizaje infantil, permitiendo reorganizar la conducta con la interacción y experiencia social. El aprendizaje pedagógico se establece en el aprendizaje fisiológico para dar respuesta a niveles más complejos del conocimiento, construido a partir de la formalidad de contenidos pedagógicos y didácticos que se complementa con la evaluación del contexto donde aprenden los niños, considerando las particularidades propias del sujeto, mediante un abordaje interdisciplinario e individualizado, que conlleva a la intervención social, familiar y escolar para generar un adecuado desempeño en su proceso formativo (Ríos-Flórez & López-Gutiérrez, 2017). El fracaso en la adquisición de competencias académicas toma una consideración clínica cuando se cumple con los criterios diagnósticos del TEAPZ establecidos por el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (American Psychiatric Association, 2014). El TEAPZ se clasifica dentro de los trastornos del neurodesarrollo, es de origen biológico, caracterizado por dificultades persistentes para el aprendizaje de una o más aptitudes académicas del procesamiento de la información de la expresión lectora, escrita y numérica, encontrándose por debajo del nivel esperado para la edad, a pesar del esfuerzo del estu-

dante (Mendoza-Mendoza, 2017). Para establecer el diagnóstico del TEAPZ es importante considerar los indicadores diferenciales, que permitan excluir la presencia de déficits auditivos o visuales, trastornos del desarrollo intelectual y factores psicosociales que interrumpen el proceso de enseñanza-aprendizaje (Magaña & Ruiz, 2014). El Trastorno de la Lectura (dislexia) es la condición clínica que con mayor frecuencia obstaculiza el avance académico, interfiere en el adecuado procesamiento fonológico y lexical del rendimiento lector, ocasionando fallas en la precisión, velocidad, fluidez y comprensión de los textos escritos (Prasad, Sagar, Kumaran & Mehta, 2020). En el trastorno de la expresión escrita (disgrafía) se presenta dificultad en la función ortográfica, gramatical y escritural, que problematiza la organización de la información fonológica, semántica, sintáctica y pragmática de la codificación oral a la escrita; participan procesos relacionados con la percepción visual, auditiva, coordinación visomotora, sincinesia, lateralidad, FE y psicolingüísticas que permiten la asimilación, focalización, codificación e integración funcional de la información (Rivas Torres & López Gómez, 2017). La discalculia es un trastorno para la adquisición de las habilidades aritméticas básicas que involucra el inadecuado manejo y comprensión de los conceptos de cantidad, cálculo y razonamiento lógico-matemático, presentando limitaciones para la precisión, aproximación, localización de dígitos, lectura y escritura grafo numérica (Torres, 2018). En el aprendizaje de las habilidades de lectura y escritura participan procesos cognitivos para la clasificación de movimientos motores manuales, la organización visoespacial, la organización perceptivo visual- atencional y la habilidad fonológica para la producción y

comprensión del lenguaje (Tobia & Marzocchi, 2014). En el cálculo se ha categorizado la integración de los estímulos ambientales con los procesos cognitivos que permiten la orientación visoespacial y visomotor necesaria para la ejecución manual de la aproximación a cálculos matemáticos, conteo con los dedos, utilización del ábaco, razonamiento lógico para la aproximación de tamaño, unión y secuencia de los números que involucran la activación de funciones cerebrales superiores, como las gnosias, praxias, atención, memoria, motivación y FE (Gejzer et al., 2017). El análisis de las características de la atención y FE en el TEAPZ permitió identificar características cognitivas asociadas a las dificultades para el aprendizaje de los procesos lectores, escriturales y del cálculo (Habib, 2014).

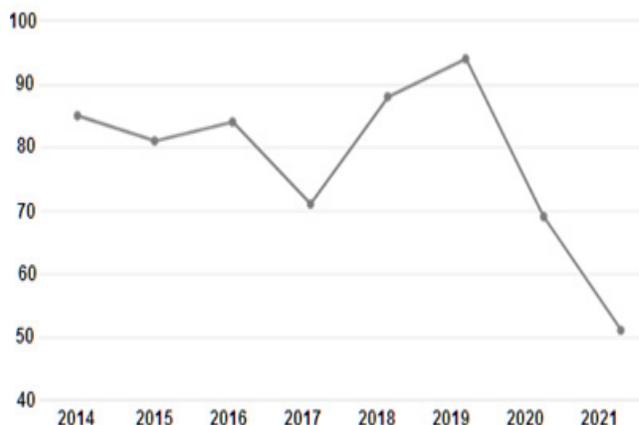
### Revisión teórica y de resultados investigativos

Se empleó la metodología propuesta por Pati y Lorusso (2018), que consiste en una revisión sistemática, organizada y auditable, que busca dar respuesta a preguntas de investigación relacionadas con una temática de estudio a partir de investigaciones científicas. Se seleccionaron publicaciones especializadas sobre las características de la atención y las FE en el TEAPZ. La pregunta de investigación considerada fue: *P1 ¿Cuáles son las características de la atención y de las FE en el TEAPZ?* Se realizaron búsquedas científicas en Scopus, WoS y Scielo. Se emplearon las siguientes palabras claves: “*dysgraphia*”, “*dyscalculia*”, “*dyslexia*”, “*executive functios*”, “*attention*”, “*working memory*”, y se conformó una cadena de búsqueda, haciendo uso de operadores booleanos “AND” y “OR”. A continuación, se presentan la cadena de búsqueda empleada:

- (1) TITLE-ABS-KEY ((“Dyslexia” OR “Dyscalculia” OR “Dysgrafía”) AND (“working memory” OR “executive functions” OR “Attention”)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “PSYC”)) OR LIMIT-TO (SUBJAREA, “NEUR”)) > 2013

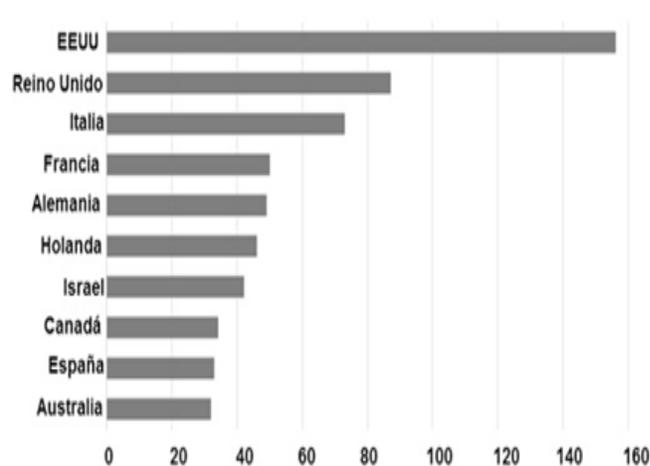
La Figura 1 presenta la cantidad de publicaciones por año en el período comprendido desde el año 2014 hasta el 2021. Se puede apreciar que la mayor cantidad se registró en el año 2019.

**Figura 1.** Cantidad de publicaciones por año 2014-2021



En la Figura 2, se evidencia que EE. UU., Inglaterra e Italia son los tres países que registran la mayor cantidad de publicaciones, por otra parte, Horowitz-Kraus, Tzipi, de la Universidad de Cincinnati College of Medicine, es el autor que registra la mayor cantidad de publicaciones en el tema, con un total de 18:

**Figura 2.** Cantidad de publicaciones por país



Del total de publicaciones encontradas, 50 cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: publicaciones comprendidas el año 2014 y 2021 y que ayudaran a responder las preguntas de investigación. Se descartaron publicaciones de revistas de divulgación no indexadas ni seriadas, resúmenes de conferencias y artículos de internet. La Tabla 1 presenta la caracterización de las principales investigaciones analizadas.

**Tabla 1.** Caracterización de las Investigaciones

Investigación	Tamaño muestral	Edad	Instrumentos	Estadísticos
(Zhao, Liu, Liu & Huang, 2018b)	N=28 (n= 14 GE) (n= 14 GC)	[13-15]	Test de matemáticas Test de Chino Test de Fluencia Verbal Tarea de Control Visual	F (1, 28) = 4.54 p < 0.04 $\eta^2 = 0.16$
(Cui et al., 2020)	N=45 (Todos hombres)	[8-11]	Check List DSM-IV K-SADSPL Test de Inteligencia de Wechsler	F (2, 41) = 3.551 p < 0.038 $\eta^2 = 0.148$
(Stein, 2021)	N=68 (n= 48 hombres) (n= 20 mujeres)	[16-25]	BAS-Escalas Británicas de Capacidades EEG-electroencefalogramas LGN-núcleo geniculado lateral MRI-imagen por resonancia magnética PegQ: cociente del tablero de anuncios VERP-Potencial visual relacionado con eventos	r = 0.59 p < 0.01
(Nguyen et al., 2021)	N=21 (n=17 GE) (n=14 GC)	[9-11]	WIAT-II (Test de rendimiento individual de Wechsler, 2nd Edición Australiana Estandarizada) Lectura de palabra Comprensión de lectura Decodificación de pseudopalabras	Pearson r = 0.45 R <sup>2</sup> = 0.21 p < 0.03
(Valdois, Lassus-Sangosse, Lallier, Moreaud & Pisella, 2019)	N=108 (Todas mujeres)	[40-50]	Verbal IQ (WAIS IV) Wisconsin Categorías/Errores Forward digit span Backward digit span Nombrado de imágenes Repeticón de Pseudo-palabras Fluencia Semántica Fluencia Alfabética	z=0.66 t=0.22 t= -1.59
(White, Boynton & Yeatman, 2019)	N=131 (n= 68 hombres) (n= 63 mujeres)	[5-70]	TOWRE-II Decodificación fonémica (PDE) TOWRE-II Sight (SWE; lectura acelerada de palabras reales) Escala abreviada de inteligencia de Wechsler (WASI-III)	r = 0.73 r=0.75 r=0.82
(Santhana et al., 2020)	N=115 (n= 65 hombres) (n= 50 mujeres)	[12-13]	Inventario de calificación de la fluidez lectora, la atención y la función ejecutiva (ATTEX) Prueba de matrices progresivas estándar de Raven Prueba de diseño de bloques	d=0.975 d= 0.302 d= -0.496
(Xuan et al., 2016)	N=24 (n= 13 hombres) (n= 11 mujeres)	[18-49]	Prueba Revisada de Atención (ANT-R)	t (23) = 7.39 p < 0.01

Investigación	Tamaño muestral	Edad	Instrumentos	Estadísticos
(Caldani, Gerard, Peyre & Bucci, 2020)	N=25	[7.8-12]	L2MA (Lenguaje Oral Escrito Memoria Atención) ADHD-RS (Trastorno por déficit de atención/hiperactividad - Escala de valoración)	$F(1,48) = 4.78$ $\beta = 0.09$ $p < 0.03$
(Lazzaro et al., 2021)	N=10 (n= 2 GE) (n= 8 GC)	[10.08-16.67]	Test de Wilcoxon	$Z = 2.50$ $p < 0.01$ Cohen's $d = 2.58$
(Cancer et al., 2020)	N=24	[8-14]	Escala de Inteligencia de Wechsler (WISC-III) Verbal IQ (VIQ) Rendimiento IQ (PIQ) Escala completa IQ (FSIQ)	$d = 0.235$ $d = 0.357$ $d = 0.058$
(Banfi et al., 2017)	N=191	[7-12]	Prueba de Lectura y Ortografía (SLRT-II) Deletreo (DRT 3)	$r(205) = .869$ $p < .001$
(Gargot et al., 2020)	N=280	[7-10]	Escala concisa de evaluación de la escritura infantil (BHK)	$F(3, 280) = 14.56$ $p < .001$
(Gashaj, Oberer, Mast & Roebbers, 2019)	N=151 (n=70 hombres) (n= 81 mujeres)	[5-7]	Batería de pruebas de memoria de trabajo para niños (WMTB-C) Batería de Evaluación del Movimiento para Niños (M-ABC-2) Prueba de coordinación corporal para niños (KTK)	$F(3, 146) = 11.43$ $p < .001$
(Wilkey, Pollack & Price, 2018)	N=448	[4-13]	Test de Bloques de Corsi Woodcock Johnson III (WCJ-III) KeyMath-3 Evaluación Diagnóstica	$F(6, 447) = 1255.22$ $p < .001$ $\eta^2 = 0.737$
(Meiri, Levinson & Horowitz-Kraus, 2019)	N=104 (n=53 hombres) (n= 51 mujeres)	[8-12]	Test de Inteligencia No Verbal (TONI-3) Test de Habilidades Verbales (PPVT)	$t(101) = -0.377$ $p < .707$
(Holm, Aunio & Björn, 2017)	N=619	[14-15]	KTLT ATTEX (Atención e Inventario de evaluación de las funciones ejecutivas)	$r = .61-.78$ $p < .001$
(Cragg, Keeble, Richardson, Roome & Gilmore, 2017)	N=293	[8-25]	Test de Rendimiento Individual (Wechsler) (Prueba de rendimiento en matemáticas, Tarea de conocimiento de los hechos,	$\beta = 0.24$ , 95% CI: 0.15–0.34
(Simms et al., 2015)	N=192 (n=115 GE) (n=77 GC)	[8-15]	Test de Rendimiento Individual (Wechsler-II)	$t(188) = -4.24$ $p < 0.001$ $d = 0.62$

Investigación	Tamaño muestral	Edad	Instrumentos	Estadísticos
(Mammarella, Hill, Devine, Caviola & Szűcs, 2015)	N=226 (n= 145 hombres) (n= 81 mujeres)	[11-13]	AC-MT 11-14 Batería de Memoria de Trabajo (MT) Escala de ansiedad matemática abreviada (AMAS) Escala de Ansiedad Manifiesta Infantil Revisada (RCMAS-2) Escala de Inteligencia de Wechsler para niños-4th Edición (WISC-IV)	$F(2, 66) = 49.58; p < .0001$
(Mammarella, Caviola, Giofrè & Borella, 2018)	N=581 (n=292 / 4º grado) (n= 289 / 5º grado)	[9-10]	Batería de memoria de trabajo visoespacial (AC-MT) (BDE-2) (DDE-2) Test de Inteligencia WISC-IV	$d = 0,92$ $d = 0,98$ $d = 1,12$ $d = 1,23$
(Lucangeli et al., 2019)	N=68 (n= 36 hombres GE) (n= 32 mujeres GE)	[7-12]	AC-MT 6-10 AC-MT 11-14 (Prueba de cálculo escrito, Prueba de cálculo mental, Prueba de transcripción de dígitos escritos, Prueba de ordenación de números)	$F(1,66) = 0.83$ $p < .366, \eta^2$ $p < .01$
(Döhla, Willmes & Heim, 2018)	N=132	[6-10]	DRT-3 DRT-4 CFT 20-R KNUSPEL-L BAKO 1-4 Test de Mottier H-LAD	$d = -1.31$ $d = -1.58$ $d = -0.2$
(Berninger, Abbott, Cook & Nagy, 2016)	N=88 (n= 59 hombres) (n= 29 mujeres)	[9-15]	Inventario de Calificación del Comportamiento de las Funciones Ejecutivas (BRIEF) Sistema de Función Ejecutiva Delis-Kaplan (D-KEFS) Conmutación automática rápida (RAS) - Letras y números Escala de inteligencia de Wechsler para niños (WISC IV)	$r = -.25, p < .05$ $r = -.24 p < .05$ $r = .27, p < .01$ $r = -.32, p < .01$
(Capodiecì, Lachina & Cornoldi, 2018)	N=32 (n=16 GE) (n=16 GC)	[8-11]	Escala de trastorno por déficit de atención e hiperactividad para profesores (SDAI)	$F(1,32) = 15.39$ $p < 0.001$ $\eta^2 = 0.34$
(Castaldi, Turi, Gassama, Piazza & Eger, 2020)	N=34 (n=17 GE) (n=17 GC)	[18-50]	Escala de Inteligencia para Adultos Wechsler (WAIS-IV) Pruebas de bloques de Corsi Alouette Test Stroop-Victoria	$t(27) = 2.47$ $p < 0.02$ $t(28) = -2.59$ $p < 0.01$ $t(28) = -3.27$ $p < 0.002$ $t(28) = 3.97,$ $p < 0.0004$

Investigación	Tamaño muestral	Edad	Instrumentos	Estadísticos
(Moll, Göbel, Gooch Landerl & Snowling, 2016)	N=99	[8-12]	Test de Logros Individuales de Wechsler (WIAT-II) Puntos fuertes y débiles de los síntomas del TDAH (SWAN) Escala de Inteligencia Abreviada de Wechsler (WASI)	F = 22.34 p < .001 $\eta^2 = .19$
(Child, Cirino, Fletcher, Willcutt & Fuchs, 2019)	N=233	[7-10]	Escala de Inteligencia Abreviada de Wechsler (WASI) Prueba de rendimiento amplio del espectro (WRAT-3) Prueba exhaustiva de procesamiento fonológico (CTOPP)	F (4, 228) = 36.82 p < .001 R <sup>2</sup> = 0.39
(Peterson et al., 2017)	N=636	[8-16]	Escala de inteligencia de Wechsler para niños-Revisada (WISC-R)	r = .73 p < .001
(Nachshon, Farah & Horowitz-Kraus, 2020).	N=64	[8-12]	Prueba de eficiencia de lectura de palabras (TOWRE)	r = -0.248 p < 0.05
(Nielsen et al., 2018)	N=94	[9-15]	Sistema de evaluación de la conducta para niños (BASC2 PRS) Escala de Inteligencia de Wechsler (WISC-IV)	r = .33, p < .04 r = -.41, p < .01
(Levinson, Farah, Hershey & Horowitz, 2018)	N=45	[8-12]	Test de inteligencia no verbal (TONI-3) Tarea de Vocabulario (PPVT-4) Test de Eficiencia Lectora de Palabras 2ª edición (TOWRE II)	r (45) = 0.343 p < 0.05 r (45) = 0.387 p < 0.01 r (45) = 0.299, p < 0.05
(Horowitz-Kraus et al., 2021)	N=57 (n=29 GE) (n=28 GC)	[8-12]	Test de Atención Cotidiana para Niños (TEA-CH) CTOPP Inventario de Calificación del Comportamiento de la Función Ejecutiva (BRIEF)	r = .247, p < .05 r = .189, p < .08 r = - .224, p < .05
(Georgiou & Das, 2016)	N=178	[17-25]	D-N CAS WISC-III Formulario G de la prueba de lectura Nelson-Denny	F (1, 58) = 9.14 p < .004 F (1, 58) = 5.58 p < .022 F (2, 57) = 2.17 p < .124
(Barbosa, Rodrigues, Mello, De Silva & Bueno, 2019)	N=47 (n=24 GE) (n=23 GC)	[8-13]	Prueba de clasificación de tarjetas de Wisconsin (WCST) Prueba de rendimiento continuo de Conners (CCPT)	21.3 (± 14.4) p < 0.01 477.7 (± 88.1) p < 0.001

Investigación	Tamaño muestral	Edad	Instrumentos	Estadísticos
(Pasqualotto & Venuti, 2020)	N=49	[7-10]	Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños (WISC-IV) Batería para la Evaluación del Desarrollo de la Dislexia y Disortografía (DDE-2)	F (7, 43) = 8.434, $\eta^2 = .352$ p < .001 F (1, 43) = 7.141, $\eta^2 = .276$ p < .001
(Horowitz-Kraus, 2015)	N=54	[10-12]	Escala de Inteligencia de Wechsler (WISC-III) Prueba de clasificación de tarjetas de Madrid (MCST)	F (1,52) = 19.376 p < 0.001 $\eta^2 = 0.271$ F (1,52) = 20.316 p < 0.001 $\eta^2 = 0.281$
(Rosenblum, 2018)	N=64	[10-12]	Cuestionario de evaluación de la competencia caligráfica (HPSQ)	F (8,55) = 26.28 p < .0001 $\eta^2 = .79$
(Fogel, Josman & Rosenblum, 2019)	N=41	[10-18]	Inventario de calificación conductual de la función ejecutiva (BRIEF)	F (8,55) = 26.28 p < .000 $\eta^2 = .79$
(Hen-Herbst & Rosenblum, S. 2019)	N=80	[13-18]	Inventario de calificación conductual de la función ejecutiva (BRIEF)	F (3,72) = 57.9 p < .001 $\eta^2 = .29$

**Nota:** El tamaño del efecto de las investigaciones reportadas en la tabla se realizó con las medidas estandarizadas: coeficiente de correlación (r), d de Cohen (d), puntaje t (t), puntaje Z (Z, valor p <), prueba F (F, valor p <), coeficientes de regresión no estandarizados ( $R^2$ ), pruebas no paramétricas ( $\eta^2$ ), intervalo de confianza ( $\beta$ , CI: límite inferior–Límite superior). Total de la muestra (N), subgrupo de la muestra (n), Grupo Experimental (GE), Grupo Control (GC).

A continuación, se presentan el análisis y discusión de la pregunta de investigación:

### **Características de la atención en el TEAPZ**

En la revisión del estado del arte, se identificaron alteraciones atencionales en la dislexia, principalmente en la capacidad de atención visual, evidenciando dificultades en la precisión, tiempo de reacción de tareas visuales y conciencia morfológica (mapeo visual semántico) en niños de grados superiores de las escuelas primarias de China, donde el lenguaje ortográfico es más profundo y requiere de un rastreo de la forma visual y semántica para

realizar una ruta léxica completa (Zhao et al., 2018b). El tiempo de reacción, precisión e inhibición de la atención y el lenguaje determina la relación de variables cognitivas en el déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) puro o comorbido con la dislexia, encontrando que ambos se asocian con dificultades en la prontitud del proceso de la información visual de caracteres logográficos chinos para la búsqueda, mantenimiento e integración de la actividad ocular durante la selección de palabras y el procesamiento ortográfico y fonológico (Cui et al., 2020). En la dislexia existe un déficit en la asimetría funcional de la corteza visual primaria y las conexiones visuales tempora-

les izquierdas, que dificultan el control de los movimientos oculares, la búsqueda y enfoque visual, conservando la capacidad para discriminar el color de los estímulos visuales (Stein, 2021; Nguyen et al., 2021). Las características de la atención visual están relacionadas con una disfunción bilateral en los lóbulos parietales superiores, que involucra un proceso inadecuado en el rendimiento de tareas secuenciales de la atención (Valdois et al., 2019; Zhao, Liu, Liu & Huang, 2018a). La relación entre la dislexia y los procesos de percepción y discriminación de los estímulos visuales implica una menor capacidad para seleccionar información relevante del campo visual y filtrar la información irrelevante, mostrando poca eficiencia en la orientación atencional y el reconocimiento de la frecuencia de señales espaciales. Estas habilidades pueden mejorar en el proceso madurativo, corrigiendo progresivamente las funciones visuales espaciales implicadas en la lectura (White et al., 2019). El cambio de un estímulo objeto hacia otro en el rastreo visoespacial implica la activación del lóbulo occipital, central y parietal; lo que demuestra que los niños con TDAH y retraso en la lectura presentan respuestas atípicas en la percepción de señales visuales y la anticipación hacia los estímulos objeto (Santhana et al., 2020; Xuan et al., 2016). El entrenamiento funcional de la atención permite comprender los cambios en los patrones oculomotores de niños con dislexia, encontrando que las tareas con desplazamientos sacádicos, de persecución y búsqueda visual activan las redes cerebrales responsables del control de la velocidad, orientación y enfoque visoespacial, disminuyendo el número de fijaciones, facilitando el proceso de extracción de información y comprensión de textos escritos (Caldani et al., 2020). La estimulación transcraneal de corriente continua es un método de entrenamiento de la actividad neuronal que demostró efectividad en personas con dislexia; el incremento de la excitabilidad neuronal de las áreas temporoparietales izquierdas y la reducción de la excitabilidad de las áreas temporoparietales derechas generan un incremento en la precisión, reconocimiento de lectura de palabras y discriminación del movimiento (Lazzaro et al., 2021). Otros hallazgos demuestran que el entrenamiento en videojuegos de acción y el entrenamiento de lectura rítmica mejoran las habilidades lectoras, incluso en idiomas con una ortografía profunda, permitiendo la decodificación fonológica, ortográfica, el aumento de

la memoria funcional, la velocidad de procesamiento y las habilidades para extraer información relevante a largo plazo (Vidyasagar, 2019; Cancer et al., 2020). El entrenamiento en videojuegos sin acción mejora la capacidad para identificar palabras escritas (Peters, De Losa, Bavin & Crewther, 2019). En los niños con dislexia y disgrafía se presentan dificultades para discriminar los estímulos visuales debido a variaciones en la atención endógena, existen déficits en las funciones visuales magnocelulares, problemas en el procesamiento fonológico, auditivo y visual (Banfi et al., 2017).

Los niños con disgrafía presentan disfunciones auditivas de forma más frecuente que los niños con dislexia; sin embargo, estas características no son homogéneas, lo que implica diversas variables cognitivas que influyen en el proceso fonológico y pragmático, aspecto que evidencia que la ortografía es un proceso complejo (Döhla et al., 2018). La disgrafía ha sido estudiada en el contexto del aprendizaje de idiomas, reportando que niños de 4° a 9° grado manifiestan alteraciones en los procesos de la atención, inhibición y MT, presentando dificultades específicas en la focalización del texto escrito, las características fonológicas y las funciones morfológicas y sintácticas del lenguaje. La comorbilidad entre el TDAH y la disgrafía puede obstaculizar significativamente la forma de adquirir el lenguaje oral y escrito, debido a inconsistencias en la coordinación de los procesos cognitivos de la atención y FE presentes en las variaciones del sistema lingüístico, fonológico y gramatical (Berninger et al., 2016). Otros hallazgos revelan la relación del TDAH con deficiencias en la legibilidad, velocidad y automatización de la escritura, se compararon las condiciones normales de la escritura en niños con TDAH y en niños con condiciones típicas del desarrollo, ambos mostraron lentitud en la escritura; los niños con TDAH tuvieron una menor producción escritural, incidiendo de forma negativa en el mantenimiento, segmentación mental y control en la selección de información irrelevante (Capodiecì et al., 2018). En la percepción numérica se derivan procesos para la categorización, reconocimiento y discriminación semántica de estímulos visuales, cuyas características similares actúan como distractores en la focalización y fijación de actividades de doble tarea, que proceden de dos procesos primarios de la corteza visual (parvocelular y magnocelular), provocando el hacinamiento o efecto

de apiñamiento en estas vías visuales de forma paralela (forma, color y movimiento), lo que significa que las características de los estímulos pueden integrarse y observarse de forma aglomerada, ocasionando una dificultad en la precisión, identificación y búsqueda visual de las representaciones numéricas y de cálculo en niños con discalculia, sobre todo en edades tempranas, donde la preatención visual no se encuentra desarrollada (Castaldi et al., 2020; Atilgan, Yu & He, 2020; Popovkina, Palmer, Moore & Boynton, 2021).

Los niños con TDAH pueden compartir deficiencias en el desarrollo lector y numérico, ya que ambas transmiten la misma variación genética. Algunos estudios han analizado la percepción temporal, retención de información visual, verbal y fluidez de respuesta a los estímulos para definir los factores de riesgo cognitivo en la dislexia y la discalculia, encontrando variaciones que asocian las dificultades de lectura con un bajo desempeño en la realización de tareas, la organización y almacenamiento del lenguaje oral y escrito; en el trastorno del cálculo se observó un procesamiento temporal deficiente, medido por el tiempo de respuesta y las limitaciones de la memoria verbal y visoespacial, sobre todo en aquellas actividades que requieren de una atención más prolongada. En conclusión, los déficits en el procesamiento temporal pueden reflejar una menor automaticidad en el recuento numérico en niños con discalculia en comparación con niños control (Moll et al., 2016).

Otras investigaciones consideran factores cognitivos coexistentes entre los trastornos de la lectura, las matemáticas y la atención, para ello estudian la conciencia fonológica, la MT y velocidad de procesamiento, utilizando variables académicas cronometradas y no cronometradas, además de variables de atención y nivel de actividad. Los hallazgos muestran una relación significativa del papel que cumple la conciencia fonológica y la MT en el rendimiento de actividades lectoras, de cálculo y atención; los resultados subyacentes de las tareas cronometradas involucran la MT, mientras que en las tareas no cronometradas permaneció implícita la velocidad de procesamiento. Lo anterior puede atribuirse a la exigencia de la tarea, ya que en las actividades no cronometradas se estimaron cálculos más difíciles, en comparación con los problemas matemáticos simples de la tarea matemática cronometrada; asimismo, los resultados de

estas tareas estuvieron altamente correlacionados con el nivel de atención, lo que sugiere que la atención se asocia con las habilidades cognitivas tempranas, fundamentales para el desarrollo de actividades académicas (Child et al., 2019; Peterson et al., 2018).

### **Características de las FE en el TEAPZ**

Diversos estudios reportan diferencias funcionales y estructurales entre el cerebro de niños disléxicos y no disléxicos. Se ha demostrado el vínculo entre la conectividad funcional desigual de la amígdala izquierda-derecha y las regiones frontales, con dificultades en las habilidades lectoras, emocionales, la velocidad de procesamiento y las destrezas de FE, indicando que los niños con dislexia presentan una eficiencia global significativamente menor en la funcionalidad de la amígdala en comparación con lectores típicos, manifestando alteraciones en las respuestas emocionales, el desempeño conductual y el control de FE (Nachshon et al., 2020; Zakopoulou, 2019). Existe una mayor participación de las regiones del hemisferio izquierdo en lectores típicos durante la ejecución de las tareas del test de colores y palabras *Stroop*, características que no se observaron en niños con dificultades en la lectura, debido a que la afectación diferencial en el hemisferio izquierdo en niños con dislexia representa una alteración generalizada en las FE (velocidad de procesamiento lenta, puntuaciones bajas en los dominios de cambio, inhibición, MT, atención y denominación) (Levinson et al., 2018). Otros hallazgos determinan la relación entre la duración del tiempo de exposición a las pantallas, tiempos de lectura y la conectividad funcional de las redes de las FE en niños lectores típicos y lectores con dislexia, los resultados demuestran que la relación pantalla/tiempo de lectura disminuyen las habilidades lectoras. Esta dicotomía se correlaciona con una mayor conectividad funcional entre la red de prominencia y las regiones frontales –FE–, considerando que el aumento del tiempo de pantalla en relación con el tiempo de lectura puede reducir las habilidades de atención, la velocidad de los recursos de procesamiento, la capacidad para responder a múltiples actividades y las habilidades de memoria (Horowitz-Kraus et al., 2021). La planificación y la MT han sido estudiadas para comprender los componentes de las FE, que se ven afectados en la lectura. Al evaluar estudiantes

universitarios con dislexia se determinó la presencia de déficits significativos en la medida de planificación de acciones y operaciones, mientras que en la MT no se presentaron alteraciones relevantes, lo que indica que la anticipación de la conducta fortalece las habilidades lectoras; sin embargo, al evaluar el desempeño de las FE (inhibición y MT) en niños pequeños, se observan fallas para controlar y dirigir el comportamiento y la manera de contener metas en la mente, para la integración de respuestas coherentes ante situaciones que requieren la búsqueda de un resultado (Georgiou & Das, 2016), el componente de la inhibición en las FE, relacionan una respuesta motora lenta y una tendencia a errores de omisión, pese a no haberse estudiado la comorbilidad del diagnóstico de TDAH y dislexia, observando una tendencia para modular la atención. La alteración en la MT fonológica es un predictor cognitivo en los niños con dislexia, a diferencia de la MT no verbal, que parece estar conservada, lo que sugiere que el rendimiento de la MT es un indicador del potencial de aprendizaje, basado en conocimientos previos adquiridos en los diferentes contextos (Barbosa et al., 2019). El entrenamiento cognitivo de los componentes de las FE y conciencia fonológica en niños con dislexia demuestra un progreso en la atención visoespacial, MT, precisión y velocidad lectora, favoreciendo la fluidez, comprensión de textos escritos, el funcionamiento de la ruta sub léxica y el reconocimiento rápido de palabras a través de la ruta léxica; estos procesos se complementan entre sí, sin embargo, los ejercicios cognitivos parecen ser más efectivos que los de base fonológica (Pasqualotto & Venuti, 2020). El efecto del entrenamiento del programa de aceleración de lectura sobre las FE en dominios no lingüísticos permitió el análisis electro-físico en las tareas de organización de fichas de Wisconsin antes y durante ocho (8) semanas de entrenamiento. Los resultados arrojaron una respuesta favorable en el grupo de dislexia y grupo control, observándose mejoras en la atención/percepción y MT/procesamiento de la información, lo que indica un mejor rendimiento en la precisión, tiempos de reacción y utilización de recursos cognitivos (Horowitz-Kraus, 2015). Existen otros hallazgos que concluyen resultados neurocognitivos favorables después de un entrenamiento computarizado adaptativo sobre la MT visual-espacial, mejorando habilidades fundamentales

en la lectura de niños con dislexia (control de respuesta de tareas visuales, atención selectiva y control inhibitorio) (Lotfi et al., 2020). La disgrafía comprende dificultades significativamente inferiores en la ejecución manual, velocidad, legibilidad, MT, planificación u organización de la escritura, lo que produce letras desproporcionadas, sobre-escritas e irreconocibles, ocasionadas por una desconexión entre los procesos cognitivos y motores. Estos resultados pueden tener implicaciones clínicas que conllevan a la inversión de recursos cognitivos y emocionales que afectan la inhibición, el control emocional y la supervisión en el funcionamiento diario de niños con disgrafía, lo que sugiere implementar estrategias para fortalecer las FE desde la cotidianidad del niño, como un mecanismo subyacente para mejorar el rendimiento de la escritura a mano (Rosenblum, 2018). La correlación entre las medidas temporales de escritura a mano y la capacidad de función diaria en adolescentes con disgrafía es un predictor de alteraciones en las FE, que permite el control de la atención, toma de decisiones, planificación y organización en el tiempo y en el espacio, requeridas para el rendimiento eficiente a lo largo del día; es así como la continuidad, secuencia, consistencia y efectividad de la escritura a mano refleja las fortalezas y debilidades individualizadas del funcionamiento habitual, que se debe a dificultades en la memoria motora, impidiendo la formación y visualización rápida de letras (Fogel et al., 2019; Hen-Herbst & Rosenblum, 2019). Existen reportes científicos que correlacionan déficit en la conectividad de la amígdala izquierda y la presencia de alteraciones emocionales y conductuales en niños con disgrafía, dificultando las habilidades para acceder, identificar y recuperar letras del alfabeto de manera ordenada y automatizada, lo que sugiere la predominancia de factores estresantes psicoemocionales, como la falta de apoyo familiar, en el aumento de la ansiedad en tareas académicas, como la escritura, lo que suele ser clínicamente desadaptativo en el TEAPZ (Nielsen et al., 2018). La evaluación de estas características ha demostrado un impacto negativo de la baja autoestima, en las habilidades de autoexpresión y comunicación de los dominios de la escritura a mano, lo que indica que el desempeño en estas tareas es influenciado por las condiciones psicoemocionales del sujeto, dificultades que aumentan en niños con disgrafía (Zvon-

cak et al., 2018); de esta manera los niños con disgrafía pueden restaurar su motivación, compromiso y habilidades de escritura, mediante un tratamiento de interacción niño-robot con actividades específicas, dirigidas a ejercer presión, inclinación, velocidad y controles de enlaces de letras, a través de la integración de la ciencia clínica, el desarrollo, la informática y la robótica, posibilitando el mejoramiento de los hábitos de aprendizaje, postura y automatización durante el progreso de la escritura. En este sentido, la utilización de robots en el campo de la formación especial, más usualmente en el caso de los TEAPZ, puede favorecer el desarrollo de capacidades interpersonales, acompañado de una intervención ocupacional centrada en las necesidades del niño (Gargot et al., 2021); el entrenamiento de la presión y la inclinación motora a través del juego puede ser significativo para mejorar los problemas comórbidos de la disgrafía, la dislexia y el déficit de atención (Gargot et al., 2020). El origen de las matemáticas y el sentido numérico en el cerebelo ha sido objeto de estudio para determinar las implicaciones del conteo con los dedos y la discalculia, determinando que las bases matemáticas se complementan en colaboración cerebro-cerebeloso. Lo anterior indica que en el cerebelo se remontan las bases cognitivas para crear realidades físicas, cuantitativas y numéricas en el pensamiento humano; las dificultades con el sentido numérico en la discalculia pueden originarse en la transición del desarrollo de las estructuras del almacenamiento temporal de la información espacial, visual, oral y la automaticidad de la información numérica presentes en los procesos de control ejecutivo (Vandervert, 2017). Las dificultades de las habilidades numéricas se asocian con características simbólicas que afectan la formación de representaciones mentales, comparación de magnitudes, deterioro en la memoria a corto plazo, control inhibitorio y con características no simbólicas que alteran las representaciones gráficas, las capacidades visoconstructivas y finas inferiores para ejercer acciones cotidianas. Ambas particularidades se complementan en etapas tempranas del desarrollo, pudiendo generar una comorbilidad que dificulta clínicamente el aprendizaje de las matemáticas; estos hallazgos sugieren que la práctica de destrezas motoras desempeña un papel importante en el entrenamiento del cálculo, debido a los aspectos espaciales y motrices relacionados

con el lenguaje aritmético (Gashaj et al., 2019; Wilkey et al., 2018). Las FE son procesos mentales definidos como mecanismos cognitivos centrales y generales que se utilizan para optimizar y facilitar la planificación, almacenamiento de la información e inhibición en las habilidades lectoras y aritméticas. Existen evidencias de comorbilidad entre la dislexia y la discalculia, ya que ambos comparten puntuaciones de fluidez más bajas, que dependen de la codificación verbal para la recuperación de dominios matemáticos, utilizando estrategias de solución menos eficientes en comparación con lectores típicos; sin embargo, se encontró que la atención visual está altamente asociada a una mayor fluidez aritmética (Meiri et al., 2019), otros estudios refieren que los adolescentes con discalculia tienen problemas de distracción, orientación hacia objetivos dirigidos y la capacidad para cambiar la atención en más de una tarea, impidiendo la ejecución de tareas cognitivas para la iniciativa, planificación y MT, encontrando una diferencia de género, que apunta a mayores dificultades cognitivas en los hombres (Holm et al., 2017).

Las FE contribuyen al rendimiento matemático de forma directa e indirecta, considerando una coherencia significativa en la capacidad de alerta de la información espacial, oral y escrita, importantes en la ejecución de tareas de cálculo, representación de problemas, dominio verbal y almacenamiento de soluciones; existe una relación entre la inhibición, el cambio y la productividad matemática, lo que indica que los procesos inhibitorios son útiles para descartar respuestas coactivas, pero incorrectas, seleccionar y emplear la estrategia procedimental adecuada; en conclusión, las FE ejercen un papel importante en la adquisición y destreza de habilidades, basándose indirectamente en el conocimiento factico, la capacidad procedimental y la comprensión conceptual (Cragg et al., 2017). Los déficits en las habilidades generales y específicas de las FE se asocian con un bajo rendimiento matemático en niños prematuros, con características imprecisas en la manipulación temporal de la información, dominio general, fluidez del lenguaje y habilidades visoespaciales que no se atribuyen a deficiencias en su coeficiente intelectual no verbal o factores socioeconómicos. Estos resultados indican que la etiología del bajo rendimiento matemático difiere entre niños que nacen prematuros y los niños que tienen discalculia.

lia del desarrollo, mostrando diferencias en anomalías estructurales y funcionales de los surcos intraparietales bilaterales (Simms et al., 2015). En otras investigaciones se encontró que las condiciones emocionales negativas (frustración, tensión, preocupación, miedo) generan bajos dominios en los procesos inhibitorios y la MT. En este sentido, los niños con ansiedad matemática grave presentan interferencias en la atención de estímulos nuevos por la superposición de estímulos previos, mientras que aquellos niños con comorbilidad de ansiedad matemática y discalculia o solo discalculia no se vieron afectados por los estímulos sobrepuestos en las tareas de dominio irrelevante; de esta manera, en la discalculia se presentan alteraciones en la MT, ya sea que exhiban o no ansiedad matemática, mostrando deficiencias en el rendimiento de habilidades verbales y visoespaciales de la información temporal, comparados con niños de desarrollo típico. Sin embargo, los niños que solo presentan preocupación en las matemáticas pueden tener una deficiencia específica en la MT verbal (Mammarella et al., 2015; Mammarella et al., 2018), existen intervenciones actuales que demuestran que el entrenamiento metacognitivo a través del análisis de errores puede ser una forma eficaz para desarrollar habilidades de autorregulación y control en el rendimiento matemático en niños con desarrollo aritmético atípico (Lucangeli et al., 2019). En conclusión, existen características emocionales negativas en la dislexia, disgrafía y discalculia, que afectan los procesos inhibitorios, la organización, planificación y memoria de trabajo. El entrenamiento metacognitivo puede mejorar el desarrollo de actividades de autorregulación y control en el rendimiento de estas habilidades académicas.

## Conclusiones

En la revisión sistemática de literatura se identificó una relación directa entre los procesos atencionales y ejecutivos, debido a que ambas variables cognitivas se complementan para organizar información proveniente de los estímulos sensoriales. En la dislexia y disgrafía se evidencia lentitud en el procesamiento, tiempo de reacción de la información visual y en el procesamiento fonológico y auditivo, debido a la preexistencia de alteraciones funcionales en la corteza visual primaria y las

conexiones visuales temporales izquierdas, involucradas en el control de movimientos oculares, rendimiento de tareas secuenciales, organización de estímulos percibidos y discriminación de información relevante para las tareas de lectura y expresión escrita, la discalculia provoca el hacinamiento de la información en las vías visuales, lo que reduce la precisión, identificación y rastreo visual.

En las FE se observan cambios en el comportamiento de los niños con dislexia, disgrafía y discalculia en los componentes de MT, memoria visoespacial, verbal, control inhibitorio, planificación, control emocional y metacognición, que producen dificultades en la velocidad de procesamiento de la información, la organización de la respuesta, tiempos de reacción a los estímulos y errores de omisión. Se considera importante que en el entrenamiento de estas dificultades se utilicen actividades metacognitivas y motoras que contribuyan a mejorar los niveles de ansiedad para preparar la respuesta hacia las tareas, mejorar la motivación y aumentar la planificación de acciones en las interacciones cotidianas. Esta revisión se limitó a analizar publicaciones científicas sobre la atención y FE en el TEAPZ, futuras investigaciones podrían enfocarse en otros procesos neurocognitivos.

## Referencias

- American Psychiatric Association. (2014). *Guía de consulta de los criterios diagnósticos del DSM-5*. Madrid: Médica Panamericana.
- Atilgan, N., Yu, S., & He, S. (2020). Visual crowding effect in the parvocellular and magnocellular visual pathways. *Journal of Vision*, 20(8), 6. <https://doi.org/10.1167/jov.20.8.6>
- Banfi, C., Kemény, F., Gangl, M., Schulte-Körne, G., Moll, K., & Landerl, K. (2017). Visuo-spatial cueing in children with differential reading and spelling profiles. *PLoS ONE*, 12(7), 1-20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180358>
- Barbosa, T., Rodrigues, C. C., Mello, C. B., Silva, M., & Bueno, O. (2019). Executive functions in children with dyslexia. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 77(4), 254-259. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20190033>

- Berninger, V., Abbott, R., Cook, C. R., & Nagy, W. (2016). Relationships of Attention and Executive Functions to Oral Language, Reading, and Writing Skills and Systems in Middle Childhood and Early Adolescence. *Journal of Learning Disabilities, 50*(4), 434-449. <https://doi.org/10.1177/0022219415617167>
- Caldani, S., Gerard, C.L., Peyre, H., & Bucci, M. P. (2020). Visual Attentional Training Improves Reading Capabilities in Children with Dyslexia: An Eye Tracker Study During a Reading Task. *Brain Sciences, 10*(8), 558. <https://doi.org/10.3390/brainsci10080558>
- Cancer, A., Bonacina, S., Antonietti, A., Salandi, A., Molteni, M., & Lorusso, M. L. (2020). The Effectiveness of Interventions for Developmental Dyslexia: Rhythmic Reading Training Compared with Hemisphere-Specific Stimulation and Action Video Games. *Frontiers in Psychology, 11*58(11), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01158>
- Capodiecici, A., Lachina, S., & Cornoldi, C. (2018). Handwriting difficulties in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Research in Developmental Disabilities, 74*, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.01.003>
- Castaldi, E., Turi, M., Gassama, S., Piazza, M., & Eger, E. (2020). Excessive visual crowding effects in developmental dyscalculia. *Journal of Vision, 20* (8), 1-20. <https://doi.org/10.1167/jov.20.8.7>
- Child, A. E., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Willcutt, E. G., & Fuchs, L. S. (2019). A Cognitive Dimensional Approach to Understanding Shared and Unique Contributions to Reading, Math, and Attention Skills. *Journal of Learning Disabilities, 52*(1), 15-30. <https://doi.org/10.1177/0022219418775115>
- Cragg, L., Keeble, S., Richardson, S., Roome, H. E., & Gilmore, C. (2017). Direct and indirect influences of executive functions on mathematics achievement. *Cognition, 162*, 12-26. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.01.014>
- Cui, X., Wang, J., Chang, Y., Su, M., Sherman, H. T., Wu, Z., Wang, Y., & Zhou, W. (2020). Visual Search in Chinese Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder and Comorbid Developmental Dyslexia: Evidence for Pathogenesis from Eye Movements. *Frontiers in Psychology, 880*(11), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00880>
- Döhla, D., Willmes, K., & Heim, S. (2018). Cognitive Profiles of Developmental Dysgraphia. *Frontiers in psychology, 9*, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02006>
- Fogel, Y., Josman, N., & Rosenblum, S. (2019). Functional abilities as reflected through temporal handwriting measures among adolescents with neuro-developmental disabilities. *Pattern Recognition Letters, 121*, 13-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.patrec.2018.07.006>
- Gargot, T., Asselborn, T., Pellerin, H., Zammouri, I., Anzalone, S. M., Casteran, L., Johal, W., Dillenbourg, P., Cohen, D., & Jolly, C. (2020). Adquisición de escritura a mano en niños con y sin disgrafía: un enfoque computacional. *PLoS One, 15*(9), 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237575>
- Gargot, T., Asselborn, T., Zammouri, I., Brunelle, J., Johal, W., Dillenbourg, P., Archambault, D., Chetouani, M., Cohen, D., & Anzalone, S. M. (2021). "It Is Not the Robot Who Learns, It Is Me." Treating Severe Dysgraphia Using Child-Robot Interaction. *Frontiers in Psychiatry, 12*(5), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.596055>
- Gashaj, V., Oberer, N., Mast, F. W., & Roebers, C. M. (2019). Individual differences in basic numerical skills: The role of Executive functions and motor skills. *Journal of Experimental Child Psychology, 182*, 187-195. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.01.021>
- Gejzer, C., Ciccarelli, A., Maldonado, A., Bulit, F., Chomnalez, M., Facchinetti, C., & Ricci, A. (2017). *Las bases biológicas del aprendizaje*. Universidad de Buenos Aires: Editorial de la facultad de filosofía y letras.
- Georgiou, G. K., & Das, J. P. (2016). What component of executive functions contributes to normal and impaired reading comprehension in young adults? *Research in Developmental Disabilities, 49*(50), 118-128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.12.001>
- Habib, M. (2014). *La dislexia a libro abierto*. Montevideo: Prensa Médica Latinoamericana.

- Hen-Herbst, L., & Rosenblum, S. (2019). Which characteristics predict writing capabilities among adolescents with dysgraphia? *Pattern Recognition Letters*, *121*, 6-12. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2018.04.021>
- Holm, M. E., Aunio, P., & Björn, P. M. (2017). Behavioral Executive Functions Among Adolescents with Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *51*, 578-588. <https://doi.org/10.1177/0022219417720684>
- Horowitz-Kraus, T. (2015). Improvement in non-linguistic executive functions following reading acceleration training in children with reading difficulties: An ERP study. *Trends in Neuroscience and Education*, *4*(3), 77-86. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2015.06.002>
- Horowitz-Kraus, T., DiFrancesco, M., Greenwood, P., Scott, E., Vannest, J., Hutton, J., Dudley, J., Altaye, M., & Farah, R. (2021). Longer Screen Vs. Reading Time is Related to Greater Functional Connections Between the Salience Network and Executive Functions Regions in Children with Reading Difficulties Vs. Typical Readers. *Child psychiatry and human development*, *52*(4), 681-692. <https://doi.org/10.1007/s10578-020-01053-x>
- Lazzaro, G., Bertoni, S., Menghini, D., Costanzo, F., Franceschini, S., Varuzza, C., Ronconi, L., Battisti, A., Gori, S., Facoetti, A., & Vicari, S. (2021). Beyond Reading Modulation: Temporo-Parietal tDCS Alters Visuo-Spatial Attention and Motion Perception in Dyslexia. *Brain Sciences*, *11*(2), 1-263. <https://doi.org/10.3390/brain-sci11020263>
- Levinson, O., Farah, R., Hershey, A., & Horowitz Kraus, T. (2018). Altered functional connectivity of the executive-functions network during a Stroop task in children with reading difficulties. *Brain Connectivity*, *8*(8), 1-38. <https://doi.org/10.1089/brain.2018.0595>
- Lotfi, S., Rostami, R., Shokoohi-Yekta, M., Ward, R. T., Motamed-Yeganeh, N., Mathew, A. S., & Lee, H.-J. (2020). Effects of computerized cognitive training for children with dyslexia: An ERP study. *Journal of Neurolinguistics*, *55*, 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2020.100904>
- Lucangeli, D., Fastame, M.C., Pedron, M., Porru, A., Duca, V., Kenneth, P., & Penna, M. (2019). Metacognition and errors: the impact of self-regulatory trainings in children with specific learning disabilities. *ZDM Mathematics Education*, *51*, 577-585. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01044-w>
- Magaña, M., & Ruiz, P. (2014). Una mirada sobre los trastornos específicos del aprendizaje. *Asociación española de psiquiatría infanto juvenil*. [https://faros.hsjdbcn.org/adjuntos/415.2-Ps\\_inf\\_trastornos\\_especificos\\_aprendizaje.pdf](https://faros.hsjdbcn.org/adjuntos/415.2-Ps_inf_trastornos_especificos_aprendizaje.pdf)
- Mammarella, I. C., Hill, F., Devine, A., Caviola, S., & Szücs, D. (2015). Math anxiety and developmental dyscalculia: A study on working memory processes. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *37*(8), 878-887. <https://doi.org/10.1080/13803395.2015.1066759>
- Mammarella, I. C., Caviola, S., Giofrè, D., & Borella, E. (2018). Separating math from anxiety: The role of inhibitory mechanisms. *Applied Neuropsychology: Child*, *7*(4), 342-353. <https://doi.org/10.1080/21622965.2017.1341836>
- Martínez-Suarez, P.C, Arístides-Palacio, O., & Montánchez-Torres, M.L. (2018). Juan Enrique Azcoaga (1925-2015): pionero de la Neuropsicología del aprendizaje: In Memoriam. *CienciAmérica. Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, *7*(1), 4-6. <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/151/140>
- Meiri, R., Levinson, O., & Horowitz-Kraus, T. (2019). Altered association between executive functions and reading and math fluency tasks in children, with reading difficulties compared with typical readers. *Chichester*, *25*(3), 267-283. <https://doi.org/10.1002/dys.1624>
- Mendoza-Mendoza, A. N. (2017). Algunas consideraciones acerca del trastorno del aprendizaje. *Ciencias de la educación. Revista científica dominio de la ciencia*, *4*(1), 3-7. <http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.4.núm.1.enero.281-289>
- Moll, K., Göbel, S. M., Gooch, D., Landerl, K., & Snowling, M. J. (2016). Cognitive Risk Factors for Specific Learning Disorder: Processing Speed, Temporal Processing, and Working Memory. *Jour-*

- nal of Learning Disabilities*, 49(3), 272-281. <https://doi.org/10.1177/0022219414547221>
- Nachshon, O., Farah, R., & Horowitz Kraus, T. (2020). Decreased Functional Connectivity Between the Left Amygdala and Frontal Regions Interferes With Reading, Emotional, and Executive Functions in Children with Reading Difficulties. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00104>
- Nguyen, B. N., Kolbe, S. C., Verghese, A., Nearchou, C., McKendrick, A. M., Egan, G. F., & Vidyasagar, T. R. (2021). Visual search efficiency and functional visual cortical size in children with and without dyslexia. *Neuropsychologia*, 155, 1-49. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107819>
- Nielsen, K., Andria-Habermann, K., Richards, T., Abbott, R., Mickail, T., & Berninger, V. (2018). Emotional and Behavioral Correlates of Persisting Specific Learning Disabilities in Written Language During Middle Childhood and Early Adolescence. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 36(7), 651-669. <https://doi.org/10.1177/0734282917698056>
- Pati, D., & Lorusso, L. N. (2018). How to Write a Systematic Review of the Literature? *Herd: Healths Environments Research & Design Journal*, 11(1), 15-30. <https://doi.org/10.1177/1937586717747384>
- Pasqualotto, A., & Venuti, P. (2020). A Multifactorial Model of Dyslexia: Evidence from Executive Functions and Phonological-based Treatments. *Learning Disabilities Research & Practice*, 35(3), 150-164. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ldrp.12228>
- Peters, J. L., De Losa, L., Bavin, E. L., & Crewther, S. G. (2019). Efficacy of dynamic visuo-attentional interventions for reading in dyslexic and neurotypical children: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 100, 58-76. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.02.015>
- Peterson, R. L., Boada, R., McGrath, L. M., Willcutt, E. G., Olson, R. K., & Pennington, B. F. (2017). Cognitive Prediction of Reading, Math, and Attention: Shared and Unique Influences. *Journal of Learning Disabilities*, 50(4), 408-421. <https://doi.org/10.1177/0022219415618500>
- Popovkina, D. V., Palmer, J., Moore, C. M., & Boynton, G.M. (2021). Is there a serial bottleneck in visual object recognition? *Journal of vision*, 21(3), 1-21. <https://doi.org/10.1167/jov.21.3.15>
- Prasad, S., Sagar, R., Kumaran, S. S., & Mehta, M. (2020). Study of functional magnetic resonance imaging (fMRI) in children and adolescents with specific learning disorder (dyslexia). *Asian Journal of Psychiatry*, 50, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2020.101945>
- Ríos-Flórez, J. A., & López-Gutiérrez, C. R. (2017). Neurobiología de los trastornos del aprendizaje y sus implicaciones en el desarrollo infantil: propuesta de una nueva perspectiva conceptual. *Psicoespacios: Revista virtual de la Institución Universitaria de Envigado*, 11(19), 1-12. <https://doi.org/10.25057/issn.2145-2776>
- Rivas Torres, R. M., & López Gómez, S. (2017). La re-educación de la disgrafía. Perspectiva neuro-psicológica y psicolingüística. *Pensamiento psicológico*. *Revista Científica Javeriana*, 15(1), 3-11. <https://www.redalyc.org/pdf/801/80149351006.pdf>
- Rosenblum, S. (2018). Inter-relationships between objective handwriting features and executive control among children with developmental dysgraphia. *PLoS ONE*, 13(4), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196098>
- Santhana Gopalan, P. R., Loberg, O., Lohvansuu, K., McCandliss, B., Hämäläinen, J., & Leppänen, P. (2020). Attentional Processes in Children with Attentional Problems or Reading Difficulties as Revealed Using Brain Event-Related Potentials and their Source Localization. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 160. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00160>
- Simms, V., Gilmore, C., Cragg, L., Clayton, S., Marlow, N., & Johnson, S. (2015). Nature and origins of mathematics difficulties in very preterm children: a different etiology than developmental dyscalculia. *Pediatr Res*, 77, 389-395. <https://doi.org/10.1038/pr.2014.184>
- Stein, J. (2021). Reduced Visual Magnocellular Event-Related Potentials in Developmental Dyslexia. *Brain Sciences*, 11(1), 1-48. <https://doi.org/10.3390/brainsci11010048>

- Tobia, V., & Marzocchi, G. M. (2014). Predictors of reading fluency in Italian orthography: Evidence from a cross-sectional study of primary school students. *Child Neuropsychology*, 20(4), 449-469. <https://doi.org/10.1080/09297049.2013.814768>
- Torresi, S. (2018). Discalculia del desarrollo. *Psicopedagogía. Revista Asociación Brasileira de Psicopedagogia*, 35(108), 348-356. <http://revistapsicopedagogia.com.br/detalhes/579/discalculia-del-desarrollo-dd>
- Valdois, S., Lasseur-Sangosse, D., Lallier, M., Moreaud, O., & Pisella, L. (2019). What bilateral damage of the superior parietal lobes tells us about visual attention disorders in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 130, 78-91. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.08.001>
- Vandervert, L. (2017). The Origin of Mathematics and Number Sense in the Cerebellum: with Implications for Finger Counting and Dyscalculia. *Cerebellum Ataxias*, 4(12), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40673-017-0070-x>
- Vidyasagar, T. R. (2019). Visual attention and neural oscillations in reading and dyslexia: Are they possible targets for remediation? *Neuropsychologia*, 130, 59-65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.02.009>
- White, A. L., Boynton, G. M., & Yeatman, J. D. (2019). The link between reading ability and visual spatial attention across development. *Cortex*, 121, 44-59. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.08.011>
- Wilkey, E. D., Pollack, C., & Price, G. R. (2018). Dyscalculia and Typical Math Achievement Are Associated with Individual Differences in Number-Specific Executive Function. *Child Dev*, 2, 596-619. <https://doi.org/10.1111/cdev.13194>
- Xuan, B., Mackie, M. A., Spagna, A., Wu, T., Tiang, Y., Hof, P. R., & Fan, J. (2016). The activation of interactive attentional networks. *NeuroImage*, 129, 308-319. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.01.017>
- Zakopoulou, V., Vlaikou, A. M., Darsinou M, Papadopoulou, Z., Theodoridou, D., Papageorgiou, K., Alexiou, G.A., Bougias, H., Siafaka, V., Zoccolotti, P., Chroussos, G.P., Syrrou, M., & Michaelidis, T.M. (2019). Linking Early Life Hypothalamic–Pituitary–Adrenal Axis Functioning, Brain Asymmetries, and Personality Traits in Dyslexia: An Informative Case Study. *Front. Hum. Neurosci*, 13(327), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00327>
- Zhao, J., Liu, M., Liu, H., & Huang, C. (2018a). Increased deficit of visual attention span with development in Chinese children with developmental dyslexia. *Scientific Reports*, 8(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21578-5>
- Zhao, J., Liu, M., Liu, H., & Huang, C. (2018b). The visual attention span deficit in Chinese children with reading fluency difficulty. *Research in Developmental Disabilities*, 73, 76-86. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.12.017>
- Zvoncak, V., Mekyska, J., Safarova, K., Galaz, Z., Mucha, J., Kiska, T., Smekal, Z., Losenicka, B., Cechova, B., Francova, P., Faundez-Zanuy, M., & Rosenblum, S. (2018). Effect of Stroke-level Intra-writer Normalization on Computerized Assessment of Developmental Dysgraphia. *2018 10th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/ICUMT.2018.8631271>