

# ASSOCIAÇÃO ENTRE MEMÓRIA DE TRABALHO E DESTREZA MANUAL DE CRIANÇAS DISLÉXICAS: uma revisão sistemática

Sara Edith Souza de Assis Leão

Guilherme Menezes Lage

Nathália Gardênia de Holanda Marinho Nogueira

Ângela Maria Vieira Pinheiro

## INTRODUÇÃO

A dislexia é um transtorno específico da aprendizagem, descrito pelo Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais em sua quinta edição (DSM-5, 2014), como sendo um transtorno do neurodesenvolvimento, com origem biológica, caracterizado pela dificuldade na aprendizagem da leitura, com problemas na precisão ou fluência para reconhecer palavras, nas habilidades de decodificação e de ortografia, dada inteligência adequada e oportunidades educacionais, principalmente associado a um déficit de processamento fonológico. Diversas teorias tentam explicar as causas da dislexia e dentre elas, uma teoria amplamente estudada e a mais adotada entre os pesquisadores é a do déficit fonológico, a qual considera que os problemas da leitura são decorrentes de dificuldades no processamento fonológico (Medina; Souza; Guimarães, 2018). Contudo, diversos estudos tem mostrado que os prejuízos observados em indivíduos com dislexia vão além dos déficits no processamento fonológico e comprometem outras habilidades além da alfabetização, como memória de trabalho (Smith-Spark *et al.*, 2003; Smith-Spark; Fisk, 2007; Campen; Segers; Verhoeven, 2018; Habid, 2021), sequenciamento (Peter *et al.*, 2017; Hebert *et al.*, 2018), problemas com a postura, equilíbrio, velocidade, precisão, automatização, marcos motores atrasados (Nicolson; Fawcett, 1995; Nicolson; Fawcett; Dean, 2001), além de dificuldades em tarefas motoras finas e habilidades de escrita à mão (Preis; Schittler; Lenard, 1997; Cheng-Lai *et al.*, 2013; Suárez-Coalla *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2021). O comprometimento destas habilidades pode ocasionar prejuízos no processo de alfabetização, que é um processo complexo por si só, pois, envolve a superposição de habilidades cognitivas, linguísticas e motoras, contudo, é um momento crucial para que ocorra o aprendizado da leitura e escrita (Okuda *et al.*, 2011). Problemas nestas habilidades podem influenciar o desempenho escolar, bem como intensificar a dificuldade na aprendizagem da leitura e da escrita, especialmente nos disléxicos.

Capellini, Coppede e Valle (2010) investigaram a função motora fina de 20 crianças com dislexia e identificaram uma maior porcentagem de crianças com disfunção motora leve e moderada quando comparados ao grupo controle de desenvolvimento típico. Também foi observada uma maior frequência de disgrafia no grupo disléxico, evidenciando que as alterações motoras finas, sensoriais e perceptivas mostraram-se prejudicadas neste grupo. Estes achados corroboram os resultados de

Okuda *et al.* (2011) que investigaram o desempenho da coordenação motora fina em 11 crianças com dislexia e identificou uma diferença significativa entre os grupos, revelando que o grupo disléxico apresentou desempenho nas habilidades motoras finas muito inferiores à idade cronológica, com dificuldades em tarefas de preensão e pressão de objetos e coordenação visuoespacial, o que pode ser justificado pela idade motora fina aquém do esperado para idade e escolaridade.

A memória de trabalho também é necessária na realização do ato motor da escrita, uma vez que envolve o planejamento, a manipulação e correção das palavras, fazendo uma ligação entre a forma das palavras com a escrita à mão (Berninger *et al.*, 2008). De acordo com Diamond (2000), o desenvolvimento e amadurecimento das habilidades cognitivas e motoras ocorrem de forma concomitantemente, sendo que o desenvolvimento cognitivo e o desenvolvimento motor parecem estar fundamentalmente interligados. Ainda segundo a autora, o controle motor fino, a coordenação bimanual e as habilidades visuomotoras não são totalmente desenvolvidos até a adolescência, assim como as funções cognitivas mais complexas, como o controle inibitório, flexibilidade cognitiva e memória de trabalho. Ainda que se tenha estudos bem documentados acerca da memória de trabalho e destreza manual de crianças disléxicas, é escassa a literatura científica correlacionando as duas habilidades. Como o controle motor depende da memória de trabalho (Seidler; Bo; Anguera, 2012) e ambos estão afetados em crianças disléxicas, é possível haver uma relação entre déficits na função de memória de trabalho impactando nos déficits motores. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura para verificar se há uma associação entre as habilidades de memória de trabalho e destreza manual de crianças disléxicas.

## MÉTODOS

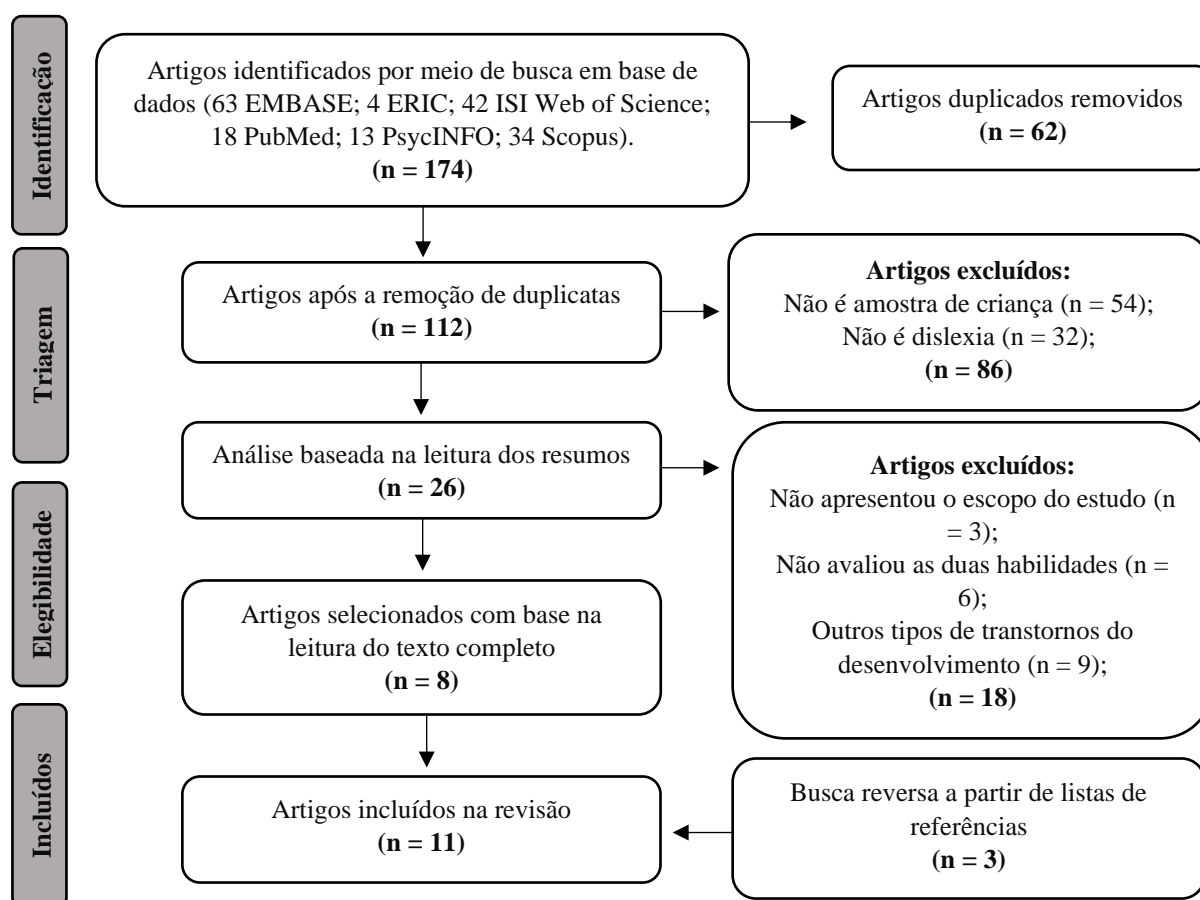
A metodologia desta revisão foi previamente registrada na base de dados PROSPERO, sob o número de registro: CRD 42021238901. A preparação desta revisão foi realizada de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo guia PRISMA (Moher *et al.*, 2009). Foi realizada uma busca na literatura dos artigos publicados em cada base de dados no período de 2001 até 31 de dezembro de 2021. A organização dos estudos encontrados, bem como a triagem inicial dos resumos de cada estudo foi realizada utilizando a ferramenta Rayyan para revisões sistemáticas (Ouzzani *et al.*, 2016). A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados EMBASE, ERIC, ISI Web of Science, PubMed, PsycINFO e Scopus, utilizando os termos de busca avançada seguindo combinações de termos (1 AND 2 AND 3), conforme descrito na Tabela 1:

**Tabela 1.** Palavras-chave utilizadas na busca avançada nas plataformas de pesquisa.

(1) <b>Dislexia</b>	("dyslexia"[MeSH Terms] OR "dyslexi*" [All Fields] OR "reading disabilit*" [All Fields] OR "reading disorder*" [All Fields] OR "reading difficult*" [All Fields] OR "reading deficit*" [All Fields] OR "reading impairment*" [All Fields] OR "developmental dyslexia" [All Fields] OR "specific reading disorder" [All Fields] OR "developmental reading disorder" [All Fields] OR "developmental language deficit" [All Fields]).
---------------------	--

(2) <b>Memória de trabalho</b>	("working memory"[MeSH Terms] OR "working memor*"[All Fields] OR "short term memor*"[All Fields] OR "short-term memor*"[All Fields] OR "shortterm memor*"[All Fields] OR "immediate memor*"[All Fields] OR "immediate recall"[All Fields]).
(3) <b>Destreza manual</b>	("manual dexterity"[All Fields] OR "handwriting"[All Fields] OR "fine motor skills"[All Fields] OR "motor control"[All Fields] OR "motor skills deficit"[All Fields] OR "motor difficult"[All Fields] OR "motor performance"[All Fields] OR "motor impairment"[All Fields]).

As palavras-chave utilizadas durante a pesquisa foram consultadas no Medical Subject Headings (MeSH), além disso, foram utilizados termos em artigos já publicados, mas que não estavam no MeSH. Um total de 174 artigos foram identificados na busca inicial nas seis bases de dados (Figura 1). Posteriormente, utilizou-se a técnica de busca reversa para uma busca com base nas referências listadas nos estudos encontrados.



**Figura 1.** Fluxograma das etapas adotadas na revisão sistemática dos artigos.

Os critérios de inclusão dos estudos foram: a) artigos que investigassem as habilidades de memória de trabalho e destreza manual de crianças disléxicas; b) foco em crianças de 6 a 16 anos; c) indivíduos com diagnóstico de dislexia do desenvolvimento; d) período de publicação entre 2001 e 2021; e) artigos publicados na língua inglesa; f) artigos originais. Foram excluídos os estudos com populações especiais (por exemplo, lesões cerebrais, crianças nascidas pré-termo), artigos de revisão, estudos de caso, de opinião e estudos que não forneciam descrições detalhadas de seus procedimentos.

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada por meio da ferramenta Joanna Briggs Institute Critical Appraisal Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies (JBI, 2021). Esse

instrumento é composto por oito itens que avaliam se os estudos apresentaram os critérios como a seguinte avaliação para cada item: “sim”, “não”, “não está claro” ou “não se aplica”. Para reduzir ainda mais o viés, todos os itens foram analisados por dois avaliadores que avaliaram de forma independente a qualidade de cada artigo, quaisquer divergências entre eles foram resolvidas por meio de discussão até que um consenso fosse alcançado.

## RESULTADOS

Onze artigos compuseram a amostra e foram publicados entre 2001 e 2021, sendo quatro estudos realizados nos Estados Unidos da América (Berninger *et al.*, 2008; Berninger *et al.*, 2015; Lyman *et al.*, 2017; Sanders *et al.*, 2017), três no Reino Unido (Ramus *et al.*, 2003; Jeffries; Everatt, 2004; Savage; Frederickson, 2006), um na Grécia (Mati-Zissi; Zafiropoulou, 2003), na França (Chaix *et al.*, 2007), no Canadá (Marchand-Krynski *et al.*, 2018) e na Espanha (Afonso *et al.*, 2019).

Os estudos foram avaliados de acordo com sua estrutura metodológica, seguindo as categorias principais: objetivo do estudo, desenho do estudo, amostra, desfechos, resultados, conclusões e se continham informações necessárias sobre o experimento e o tipo de avaliação que foi realizada, bem como se o a comparação foi feita intrassujeito ou se havia um grupo controle que pudesse ser comparado e sintetizado. A qualidade metodológica dos estudos revisados foi analisada a partir da Lista de Verificação de Avaliação Crítica para Estudos Transversais Analíticos (JBI, 2021) que está de acordo com os tipos de estudos selecionados e foi considerada a ferramenta de avaliação da qualidade dos estudos mais adequada para nosso propósito. Esta ferramenta não fornece uma classificação arbitrária para indicar estudos de baixa qualidade versus alta qualidade, porém uma pontuação total para cada artigo é apresentada na Tabela 2, com informações detalhadas sobre a qualidade metodológica dos estudos. O escore de qualidade metodológica dos estudos incluídos variou de 3 a 8, com média de 5,36 (DP = 1,29), correspondendo a uma qualidade média de 67,04%.

**Tabela 2.** Qualidade metodológica dos estudos revisados usando a Lista de Verificação de Avaliação Crítica do Instituto Joanna Briggs para Estudos Transversais Analíticos.

<b>Autores (Ano)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Mati-Zissi & Zafiropoulou (2003)	Não	NC	Sim	Sim	Não	Não	Sim	NC	3	37,50
Ramus <i>et al.</i> (2003)	Sim	Sim	Sim	Sim	NC	NC	Sim	Sim	6	75,00
Jeffries & Everatt (2004)	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	5	62,50
Savage & Frederickson (2006)	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	5	62,50
Chaix <i>et al.</i> (2007)	NC	Sim	Sim	Sim	Sim	NC	Sim	Sim	6	75,00
Berninger <i>et al.</i> (2008)	NC	NC	Sim	Sim	Sim	NC	Sim	Sim	5	62,50
Berninger <i>et al.</i> (2015)	Sim	NC	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	5	62,50
Lyman <i>et al.</i> (2017)	NC	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	4	50,00
Sanders <i>et al.</i> (2017)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	6	75,00
Marchand-Krynski <i>et al.</i> (2018)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	8	100,0
Afonso <i>et al.</i> (2019)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	6	75,00
<b>Total (Sim/Não e NC)</b>	5/6	7/4	11/0	11/0	3/8	1/10	11/0	10/1	-	-

Abreviações: NC = Não está claro. Questões: (1) Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos? (2) Os sujeitos do estudo e o cenário foram descritos detalhadamente? (3) A exposição foi medida de forma válida e confiável? (4) Foram usados critérios objetivos e padrão para a medição da condição? (5) Foram identificados fatores de confusão? (6) As estratégias para lidar com os fatores de confusão foram declaradas? (7) Os resultados foram medidos de forma válida e confiável? (8) Foi utilizada uma análise estatística apropriada?

O total de 1.228 participantes foram incluídos em onze estudos. O tamanho da amostra variou de 42 a 306. A média [M] de idade dos participantes foi de 10,97 anos, desvio padrão [DP] = 1,62, com 67,65% meninos (M = 54, SD = 36,90) e 32,35% meninas (M = 26, DP = 21,69). O estudo de Mati-Zissi e Zafiropoulou (2003) não foi incluído nesta análise agrupada por não apresentar os dados necessários. A Tabela 3 apresenta um resumo dos dados demográficos da amostra e as informações de cada estudo sobre os instrumentos de avaliação.

**Tabela 3.** Dados demográficos e clínicos, instrumentos de avaliação dos estudos analisados.

<b>Autores (Ano)</b>	<b>Amostra</b>	<b>Sexo (M/F)</b>	<b>Média idade (DP)</b>	<b>Instrumentos memória de trabalho</b>	<b>Instrumentos destreza manual</b>
Mati-Zissi & Zafiropoulou (2003)	GD = 204 GC = 102	Não reportado	Não reportado	The Rey-Osterrieth Complex Figure: drawing it from memory	The Rey-Osterrieth Complex Figure: copying the shape
Ramus <i>et al.</i> (2003)	GD = 22 GC = 20	GD = 16/6 GC = 10/10	GD = 9.8 (1.3) GC = 9.9 (1.2)	WISC – III: freedom from distractibility, digit span, coding and picture span subtests	Finger to thumb; DST: bead-threading task; Time estimation
Jeffries & Everatt (2004)	GD = 47 GC = 40	GD = 42/5 GC = 35/5	GD = 10.68 (2.13) GC = 11.08 (2.30)	WMTB-C: forward digit recall and non-word list recall subtests; Block recall and maze memory; Listening recall and backward digit recall	DST: the bead-threading task; BDT: the pointing task
Savage & Frederickson (2006)	GD = 34 GC = 33	GD = 22/12 GC = 24/9	GD = 10.49 (1.81) GC = 10.83 (1.74)	BAS – II: recall of digits forward and backward subtests; RAN	DST: bead-threading task; Timed letter formation Task; Annett’s pegboard task
Chaix <i>et al.</i> (2007)	GD = 58	GD = 42/16	GD = 11.57 (2.08)	RAN; Digit span; Block design	Purdue Pegboard Test; LOMDS
Berninger <i>et al.</i> (2008)	GD = 122	GD = 80/42	GD = 11.52 (1.72)	PAL: the receptive coding, the expressive coding and the word choice subtest; RAN; RAS	Alphabet task; PAL: timed finger succession subtest
Berninger <i>et al.</i> (2015)	GD = 88 GC = 11	59/29	GD = 12.3 GC = 13.5 (0.5)	CTOPP; TOSWRF; Comes from; RAN; D-KEFS; RAS; fMRI	Alphabet task; DASH
Lyman <i>et al.</i> (2017)	GD = 49 GC = 20	GD = 33/16 GC = 12/8	Não reportado	CTOPP; TOSWRF; Comes from; RAN; Alphabet writing 15 task; D-KEFS; RAS	DASH
Sanders <i>et al.</i> (2017)	GD = 103	GD = 66/37	GD = 11.85 (1.34)	CTOPP; Comes from; TOSWRF; RAN; Alphabet 15; D-KEFS; RAS	DASH
Marchand-Krynski <i>et al.</i> (2018)	GD = 215	GD = 138/77	GD = 13.08 (2.59)	Visual working memory task	LTT: unimanual sequential tapping, bimanual in-phase/balanced tapping, bimanual out-of-phase/unbalanced tapping and rapid tapping
Afonso <i>et al.</i> (2019)	GD = 20 GC = 20 GCL = 20	GD = 13/7 GC = 13/7 GCL = 13/7	GD = 9.35 (1.35) GC = 9.7 (1.34) GCL = 8.17 (0.71)	Copying task and a spelling-to-dictation. Task: thirty-two common Spanish nouns	Copying task and a spelling-to-dictation. Task: thirty-two common Spanish nouns; Intuos 5 graphic tablet connected to the computer and an Intuos Inking Pen

Abreviações: DP = Desvio Padrão; GD = Grupo Disléxico; GC = Grupo Controle; GCL = Grupo Controle de Leitura; Instrumentos: BAS = British Abilities Scales-II; BDT = Bangor Dyslexia Test; CTOPP = Comprehensive Test of Phonological Processing; DASH = Detailed Assessment of Speed of Handwriting; D-KEFS = Delis Kaplan Executive Functions; DST = Dyslexia Screening Test; fMRI = Functional Magnetic Resonance Imaging; LOMDS = Lincoln-Orseretsky Motor Development Scale; LTT = Leonard Tapping Task; PAL = Process Assessment of the Learner; RAN = Rapid Automatic Letter Naming; RAS = Rapid Automatic Switching; TOSWRF = Test of Silent Word Reading Fluency; WISC – III = Wechsler Intelligence Scale for Children – 3<sup>th</sup> edition; WMTB-C = Working Memory Test Battery for Children.

## CONCLUSÃO

Os achados do estudo de Berninger *et al.*, (2008) indicam que o planejamento grafomotor foi significativamente correlacionado com o fator de forma das palavras, sugerindo que um *loop*

ortográfico da memória de trabalho pode ligar as formas das palavras soletradas à mão, assim como a alça fonológica da memória de trabalho conecta as formas fonológicas das palavras à boca. Marchand-Krynski *et al.* (2018) também encontraram uma correlação entre a memória de trabalho visual e a destreza manual, sugerindo que a memória de trabalho juntamente com a fluência matemática são preditores de habilidades motoras sequenciais na dislexia. Esses resultados suportam a evidência de que as habilidades cognitivas desempenham um papel significativo no desenvolvimento das habilidades motoras típicas, bem como nos distúrbios do neurodesenvolvimento, uma vez que a memória de trabalho é necessária para monitorar a correção de erros ao criar um traçado motor e para controlar ações subsequentes (Diamond, 2000; Seidler *et al.*, 2012; Liao *et al.*, 2014). Cheng Lai *et al.* (2013) também relataram achados indicando a existência de um déficit cognitivo central fortemente correlacionado com a velocidade de escrita, sugerindo que a dificuldade em manter a informação fonológica na alça fonológica do sistema de memória de trabalho contribuiria para uma velocidade de escrita mais lenta em crianças disléxicas. Além disso, esse achado pode indicar que crianças chinesas com dislexia podem ter dificuldades particulares em sustentar as distintas formas visual-ortográficas dos vários logogramas de caracteres chineses em seu *buffer* gráfico, o que pode levar a erros de substituição frequentes para logogramas que compartilham atributos visuais ou motores semelhantes dentro do sistema de escrita chinês (Cheng Lai *et al.*, 2013). Isso pode prolongar o tempo de cópia, e uma possível interpretação é que a relação observada entre cognição e habilidades motoras é aplicada especificamente às habilidades de sequenciamento e, embora as habilidades de sequenciamento motor sejam prejudicadas, a deficiência característica na automação do código fonológico na dislexia não está primariamente ligada à decodificação da sequência motora (Marchand-Krynski *et al.*, 2018). Portanto, vale ressaltar a importância de não minimizar a relevância do sistema motor no desenvolvimento da criança, e embora as crianças com dislexia nem sempre apresentem dificuldades óbvias de escrita, elas parecem ser mais sensíveis a complexidade gráfica do que crianças com desenvolvimento típico. Isso significa que quanto mais difícil fica a tarefa, tanto a precisão da ortografia quanto a qualidade da escrita podem ficar comprometidas. Estes resultados destacam a necessidade de considerar a escrita como uma atividade em que a habilidade motora e o ato ortográfico da escrita podem influenciar uns aos outros.

Como a avaliação motora é um elemento importante para avaliar o desenvolvimento geral de crianças, é necessário que os aspectos quantitativos e qualitativos dos movimentos motores finos e globais sejam investigados, uma vez que estes podem refletir a integridade e a maturidade do cérebro e podem, provavelmente, fornecer indícios de alterações no desenvolvimento motor, como os observados nos escolares com dislexia. Essas alterações motoras quando presentes no quadro de dislexia e não evidenciadas no processo diagnóstico fazem com que as condutas, tanto terapêuticas quanto psicoeducacionais em relação a esses escolares, sejam inadequadas para suas necessidades,

podendo desencadear problemas de baixa autoestima, fracassos escolares e desmotivação para a aprendizagem. A conduta terapêutica necessita de um enfoque clínico e educacional, voltado para a minimização do impacto das manifestações comportamentais e cognitivo-linguísticas inerentes à dislexia, visando a uma melhor qualidade de vida social e escolar destas crianças.

## REFERÊNCIAS

- Afonso, O., Suárez-Coalla, P., & Cuetos, F. (2019). Writing impairments in Spanish children with Developmental Dyslexia. *Journal of Learning Disabilities, 53*(2), 109-119. doi:10.1177/0022219419876255.
- American Psychiatric Association. (2014). *DSM-5: manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*, 5ª ed. Porto Alegre: Artmed.
- Berninger, V.W., Nielsen, K.H, Abbott, R.D., Wijsman, E., & Raskind, W. (2008). Writing problems in developmental dyslexia: Under-recognized and under-treated. *Journal of School Psychology, 46*(1), 1–21. doi:10.1016/j.jsp.2006.11.008.
- Berninger, V.W., Richards, T.L., & Abbott, R.D. (2015). Differential diagnosis of dysgraphia, dyslexia, and OWL LD: behavioral and neuroimaging evidence. *Reading and Writing, 28*(8), 1119–1153. doi:10.1007/s11145-015-9565-0.
- Campen, A.N.K.V, Segers, E., & Verhoeven, L. (2018). How phonological awareness mediates the relation between working memory and word reading efficiency in children with dyslexia. *Dyslexia, 24*(2), 156–169. doi:10.1002/dys.1583.
- Capellini, A.S., Coppede, A.C., & Valle, T.R. (2010). Função motora fina de escolares com dislexia, distúrbio e dificuldades de aprendizagem. *Pró-Fono*, v.22, n.3, 2010.
- Chaix, Y., Albaret, J.M., Brassard, C., Cheuret, E., Castelnau, P., Benesteau, J., Karsenty, C., & Démonet, J. (2007). Motor impairment in dyslexia: The influence of attention disorders. *European Journal of Paediatric Neurology, 11*(6), 368–374. doi:10.1016/j.ejpn.2007.03.006.
- Cheng-Lai, A., Li-Tsang, C.W.P., Chan, A.H.L., & Lo, A.G.W. (2013). Writing to dictation and handwriting performance among Chinese children with dyslexia: Relationships with orthographic knowledge and perceptual-motor skills. *Research in Developmental Disabilities, 34*(10), 3372–3383. doi:10.1016/j.ridd.2013.06.039.
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development, 71*(1), 44–56. doi:10.1111/1467-8624.00117.
- Habid, M. (2021). The neurological basis of developmental dyslexia and related disorders: A reappraisal of the temporal hypothesis, twenty years on. *Brain Sci, 11*(6), 708. doi:10.3390/brainsci11060708.
- Hebert, M., Kearns, D.M., Hayes, J. B., Bazis, P., & Cooper, S. (2018). Why children with dyslexia struggle with writing and how to help them. *Language Speech and Hearing Services in Schools, 49*(4), 843–863. doi:10.1044/2018\_LSHSS-DYSLC-18-0024.
- Jeffries, S., & Everatt, J. (2004). Working memory: Its role in dyslexia and other specific learning difficulties. *Dyslexia, 10*(3), 196–214. doi:10.1002/dys.278.
- Joanna Briggs Institute. (2021). Critical Appraisal Checklist for Analytical Cross Sectional Studies. Joanna Briggs Institute Reviewers' Manual. 2021 ed. Australia: The Joanna Briggs Institute. doi.org/10.46658/JBIMES-20-08.
- Liao, D.A., Kronemer, S.I., Yau, J.M., Desmond, J.E., & Marvel, C.L. (2014). Motor system contributions to verbal and non-verbal working memory. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*(1-8). doi:10.3389/fnhum.2014.00753.
- Lyman, R.D., Sanders, E., Abbott, R.D., & Berninger, V.W. (2017). Translating interdisciplinary research on language learning into identifying specific learning disabilities in verbally gifted and average children and youth. *Journal of Behavioral and Brain Science, 7*(6):227-246. doi:10.4236/jbbs.2017.76017.

- Marchand-Krynski, M.È., Bélanger, A.M., Morin-Moncet, O., Beauchamp, M.H., & Leonard, G. (2018). Cognitive predictors of sequential motor impairments in children with dyslexia and/or attention deficit/hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, 43(5), 430–453. doi:10.1080/87565641.2018.1467421.
- Mati-Zissi, H., & Zafiropoulou, M. (2003). Visuomotor coordination and visuospatial working memory of children with specific reading disabilities: a study using the Rey-Osterrieth complex figure. *Perceptual and Motor Skills*, 97(2), 543–546. doi:10.2466/pms.2003.97.2.543.
- Medina, G.B.K., Minetto, M.F.J., & Guimarães, S.R.K. (2017). Funções Executivas na Dislexia do Desenvolvimento: Revendo Evidências de Pesquisas. *Rev. Bras. Ed. Espec.*, v.23, n.3, p.439–454.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D.G. (2009). *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement*. *PLoS Med*, 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097.
- Nicolson, R.I., & Fawcett, A.J. (1995). Developmental dyslexia, learning and the cerebellum. *Neurodevelopmental Disorders*, 19–36. doi:10.1007/3-211-31222-6\_2.
- Nicolson, R.I., Fawcett, A.J., & Dean, P. (2001). Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends in Neurosciences*, 24(9), 508–511. doi:10.1016/s0166-2236(00)01896-8.
- Okuda, P.M.M., Lourencetti, M.D., Santos, L.C.A., Padula, N.A.M.R., & Capellini, S.A. (2011). Coordenação motora fina de escolares com dislexia e transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. *Rev. CEFAC*, v.13.
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan—a web for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1), 210. doi:10.1186/s13643-016-0384-4.
- Peter, B., Lancaster, H., Vose, C., Middleton, K., & Stoel-Gammon, C. (2017). Sequential processing deficit as a shared persisting biomarker in dyslexia and childhood apraxia of speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 1–31. doi:10.1080/02699206.2017.1375560.
- Preis, S., Schittler, P., & Lenard, H.G. (1997). Motor Performance and Handedness in Children with Developmental Language Disorder. *Neuropediatrics*, 28(6). doi:10.1055/s-2007-973724.
- Ramus, F., Pidgeon, E., & Frith, U. (2003). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(5), 712–722. doi:10.1111/1469-7610.00157.
- Sanders, E.A., Berninger, V.W., & Abbott, R.D. (2017). Sequential Prediction of Literacy Achievement for Specific Learning Disabilities Contrasting in Impaired Levels of Language in Grades 4 to 9. *Journal of Learning Disabilities*, 51(2):137–157. doi:10.1177/0022219417691048.
- Savage, R.S., & Frederickson, N. (2006). Beyond phonology: What else is needed to describe the problems of below-average readers and spellers?. *Journal of Learning Disabilities*, 39(5), 399–413. doi:10.1177/00222194060390050301.
- Seidler, R.D., Bo, J., & Anguera, J.A. (2012). Neurocognitive contributions to motor skill learning: the role of working memory. *Journal of Motor Behavior*, 44(6), 445–453, 2012. doi: 10.1080/00222895.2012.672348.
- Smith-Spark, J.H., Fisk, J.E., Fawcett, A., & Nicolson, R. (2003). Investigating the central executive in adult dyslexics: Evidence from phonological and visuospatial working memory performance. *European Journal of Cognitive Psychology*, 15(4), 567–587. doi:10.1080/09541440340000024.
- Smith-Spark, J.H., & Fisk, J.E. (2007). Working memory functioning in developmental dyslexia. *Memory*, 15(1), 34–56. doi:10.1080/09658210601043384.
- Suárez-Coalla, P., Afonso, O., Martínez-García, C., & Cuetos, F. (2020). Dynamics of sentence handwriting in dyslexia: The impact of frequency and consistency. *Frontiers in Psychology*, 11:319. doi:10.3389/fpsyg.2020.00319.
- Yang, Y., Zuo, Z., Tam, F., Simon, J.G., Junjun, L., Yuzhu, J., Zelong, M., Chanyuan, G., Hong-Yan, B., Jian, O., & Min, X. (2021). The brain basis of handwriting deficits in Chinese children with developmental dyslexia. *Developmental Science*. doi:10.1111/desc.13161.