



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

Ana Isabel Mota Salaberth

Os efeitos do treino de memória de trabalho em crianças com perturbação da aprendizagem específica na leitura: Uma revisão sistemática

Trabalho realizado sob orientação da

Professora Doutora Marisa Filipe

fevereiro de 2023



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

Ana Isabel Mota Salaberth

Os efeitos do treino de memória de trabalho em crianças com perturbação da aprendizagem específica na leitura: Uma revisão sistemática

Dissertação de Mestrado em Psicologia Clínica e da Saúde

Dissertação defendida em provas públicas na Universidade Lusófona do Porto no dia 15/02/2023, perante o júri seguinte:

Presidente: Professora Doutora Inês Martins Jongenelen (Professora Associada da Universidade Lusófona do Porto).

Arguente: Professora Doutora Célia Regina Gomes Oliveira (Professora Auxiliar da Universidade Lusófona do Porto) - Arguente.

Orientador: Professora Doutora Marisa Filipe Richter-Trummer (Professora Auxiliar da Universidade Lusófona do Porto).

Fevereiro de 2023

É autorizada a reprodução integral desta tese/dissertação apenas para efeitos de investigação, mediante declaração escrita do interessado, que a tal se compromete.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de demonstrar a minha gratidão a todas as pessoas que tornaram possível este desafio e que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Agradeço de forma especial à minha orientadora, Professora Dra. Marisa Filipe, pelo apoio incondicional, pelas suas orientações, pela disponibilidade e pela partilha de conhecimentos.

À minha família, em especial à minha mãe, pelo apoio incondicional e pelas longas horas de dedicação ao João e pela paciência demonstrada ao longo deste desafio.

Por fim, meus sinceros agradecimentos às amigas, Adriana Teixeira, Liliana Leite e Vera Oliveira, por todo o seu apoio e incentivo não só durante a elaboração deste trabalho, mas também durante todo o percurso académico.

Resumo

A perturbação da aprendizagem específica (PAE) é uma perturbação neurodesenvolvimental, que influencia diretamente a capacidade para aprender ou utilizar determinadas competências, tais como, a leitura, a escrita e/ou a aritmética. No processo de ensino-aprendizagem, estas competências são basilares, por isso é essencial investir no desenvolvimento de intervenções específicas para estas dificuldades. Neste âmbito, existe evidência científica sobre o impacto positivo do treino de memória de trabalho na minimização das dificuldades de leitura, contudo os resultados não são ainda claros. Desta forma, a presente revisão sistemática teve como principal objetivo compreender e sistematizar quais as evidências científicas mais atuais, sobre o impacto do treino de memória de trabalho em crianças com diagnóstico de PAE da leitura (dislexia). A fim de cumprir os objetivos propostos, recorreu-se a uma revisão sistemática da literatura, que resultou, após a aplicação dos critérios pré-estabelecidos, na inclusão de 5 artigos. De forma a garantir o rigor metodológico, o planeamento desta revisão segue os critérios PICO e as diretrizes *Preferred Reporting for Systematic Reviews and Meta-analysis* (PRISMA). Os principais resultados desta revisão sugerem, que o treino de memória de trabalho pode ser uma intervenção complementar eficaz, na medida em que se verificou melhorias significativas no desempenho das crianças com dislexia. No entanto, salientam-se algumas limitações metodológicas dos artigos incluídos na revisão, que impossibilitam a generalização dos resultados.

Palavras-chave: Memória de Trabalho, treino, intervenção, dificuldades de aprendizagem e dislexia.

Abstract

Specific learning disorder is a neurodevelopmental-mental disorder, which directly influences the ability to learn or use certain skills, such as reading, writing and/or arithmetic's. In the teaching-learning process, these skills are basic, so it is essential to invest in the development of specific interventions for these difficulties. There is scientific evidence on the positive impact of working memory training on minimizing reading difficulties, however the results are not yet clear. Thus, the main objective of this systematic review was to understand and systematize what is the most current scientific evidence on the impact of working memory training in children diagnosed with reading Specific learning disorder (dyslexia). In order to fulfill the proposed objectives, a systematic literature review was used, which resulted, after applying the pre-established ones, in the inclusion of 5 articles. In order to guarantee methodological rigor, its review follows the PICO as Preferred Reporting for Systematic Reviews and Meta-analysis (PRISMA) guidelines. The main results of this memory review review are that memory training can be an effective improvement as it significantly alters the performance of children with dysfunctions. However, some methodological limitations of the articles included in the review were highlighted, which make it impossible to generalize the results.

Keywords: Working memory, intervention, training, learning disabilities, dyslexia.

Índice

Índice	
Agradecimentos	v
Resumo	vi
Abstract.....	vii
Índice de Tabelas	x
Índice de figuras	xi
Lista de Abreviaturas / Acrónimos	xii
1. Enquadramento Teórico	1
1.1 Processamento fonológico.....	4
1.2 Memória de Trabalho, segundo o Modelo de Baddeley.....	5
1.3 Objetivos do presente estudo	7
2. Método	8
2.1 Pesquisa	8
2.1.1. Questão de investigação	8
2.1.2. Bases de Dados	8
2.1.3. Palavras-chave	8
2.1.4. Critérios elegibilidade	9
2.2 Procedimentos	9
2.2.1. Recolha de dados	9
2.2.2. Avaliação do risco de viés	10
2.2.3. Estratégia de análise de dados	11
3. Resultados	12
3.1 Características gerais dos estudos.....	12
3.1.1 Critérios de inclusão dos participantes	13
3.1.2 Desenho experimental	14
3.1.3 Tipo de intervenção	15
3.1.4 Descrição das tarefas realizadas	15
3.1.5 Duração	16
3.1.6 Grupo de controlo	17
3.1.7 Alvos de intervenção	17
3.1.8 Medidas de avaliação	17
3.1.9 Risco de viés	17
3.2 Resultados da intervenção	19
3.2.1 Resultados individuais dos estudos	19
4. Discussão	25

5. Limitações e direções futuras	27
6. Referências bibliográficas	29

Índice de Tabelas

Tabela 1	8
Descrição da estratégia Pico	
Tabela 2	22
Análise dos dados recolhidos de casa artigo	
Tabela 3	23
Análise dos resultados de cada artigo	

Índice de figuras

Figura 1	10
<i>Fluxograma PRISMA 2020</i> <i>(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses)</i>	
Figura 2	18
<i>Sumário risco de viés dos estudos randomizados (RoB2.0)</i>	
Figura 3	18
<i>Gráfico risco de viés dos estudos randomizados (RoB2.0)</i>	
Figura 4	19
<i>Sumário risco de viés dos estudos não randomizados (ROBINS-I)</i>	
Figura 5	19
<i>Gráfico risco de viés dos estudos não randomizados (ROBINS-I)</i>	

Lista de Abreviaturas / Acrónimos

AVG	<i>Action Vídeo Game</i>
BL	<i>Baseline</i>
COP	<i>Center of Pressure</i>
CSI-4	<i>Persian Version of the Parent Checklist of the Child Symptoms Inventory</i>
DSM-5	<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders</i>
FE	Funções Executivas
FU	<i>Follow Up</i>
HKT-P(III)	<i>Hong Kong Test of Specific Learning Difficulties in Reading and Writing for Primary School Students—Third Edition</i>
HL	<i>High Learning Player</i>
IVA-CPT	<i>Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Task</i>
LL	<i>Low Learning Player</i>
MCP	Memória a Curto Prazo
MT	Memória de Trabalho
MTV	Memória de Trabalho Visuoespacial
NEMA	<i>Persian Battery of Normative Reading Test</i>
PAE	Perturbação da Aprendizagem Específica
PDL	Perturbação do Desenvolvimento da Linguagem
PHDA	Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção
PICO	População, Intervenção, Comparação e <i>Outcomes</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses</i>
PRS	<i>Scale Revised-Screening for Learning Disability</i>
QI	Quociente de Inteligência
RCT	<i>Randomized Control Trial</i>
<i>R&D scale</i>	<i>Reading and Dyslexia Scale</i>
RPM	<i>Raven's Progressive Matrices Test</i>
RT	<i>Randomized Trial</i>
SCWT	<i>Stroop Color-Word Test</i>
TDYS	<i>Computerized Adaptive Training</i>
V1-Back	Visual 1-Back Task
VLA	<i>Volume of Lexical Acquisition</i>

VSWM	<i>Visual Working Memory</i>
VOT	<i>Visual Oddball Task</i>
VWM- program	<i>Verbal Working Memory Program</i>
WISC-IV	<i>Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition</i>
WMTB-C	Working Memory Test Battery for Children

Os efeitos do treino de memória de trabalho em crianças com perturbação da aprendizagem específica na leitura: Uma revisão sistemática.

1. Enquadramento Teórico

A aprendizagem pode ser classificada como um fenómeno existencial, tendo como ponto de partida o ser humano na sua totalidade, assim configura-se como um processo inato, contínuo, complexo e multidimensional, dependente de realidades bidimensionais (internas e externas) (Illeris, 2018). Constitui-se, então, como um processo basilar de aquisição paulatino e sistemático, que incide na construção, apropriação e assimilação de diferentes conteúdos, tais como, conhecimentos, atitudes, competências e ações (Lazar, 2015). A aprendizagem está diretamente correlacionada com o funcionamento cerebral, combinando competências como a atenção, a memória, a resolução de problemas e o processamento auditivo e visual (Zhang, 2019). Indubitavelmente, é possível constatar a relevância da aprendizagem no processo desenvolvimental do ser humano, podendo identificar que, alterações resultantes de perturbações de aprendizagem, no processo de ensino/aprendizagem, poderão influenciar significativamente a trajetória escolar e consequentemente o sucesso ou insucesso das crianças (Livingston et al., 2018).

As perturbações da aprendizagem são classificadas mediante o tipo de dificuldade mais saliente nas crianças (leitura, escrita e/ou aritmética) (Snowling & Hulme, 2021). Dentro das perturbações de aprendizagem, a perturbação da aprendizagem específica (PAE), constitui-se então, como uma das perturbações mais estudadas, face à sua representatividade a nível mundial, estimando-se a sua prevalência entre os 5 e os 17% da população mundial (Morken et al., 2014).

Caracterizando-se como um vasto domínio científico, ao longo dos anos, o construto de PAE tem sido alvo de reformulações conceituais e estruturais constantes. Atualmente, é possível definir a PAE, como uma perturbação complexa do neurodesenvolvimento, que afeta várias áreas do funcionamento humano (American Psychiatric Association, 2014). Segundo a versão mais recente do *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) (American Psychiatric Association, 2014), a PAE é “*uma perturbação do neurodesenvolvimento, com uma origem biológica, que é a base das anomalias a nível cognitivo, que estão associadas aos sinais comportamentais da perturbação. A origem biológica inclui uma interação de fatores genéticos, epigenéticos e ambientais, os quais*

afetam a capacidade do cérebro de perceber e processar informação verbal e não-verbal de forma eficiente e precisa” (p.80).

Com a reestruturação do DSM-5, as PAE foram enquadradas e organizadas numa categoria única, incluindo três especificadores centrais: **leitura**, que consiste na precisão da leitura das palavras, ritmo, fluência e compreensão da leitura; **escrita**, que diz respeito à precisão ortográfica, precisão gramatical, pontuação e clareza ou organização da expressão escrita; e/ou na **matemática**, que inclui o sentido numérico, memorização de factos aritméticos, cálculo preciso ou fluente e raciocínio matemático preciso (American Psychiatric Association, 2014).

O presente estudo irá debruçar a sua atenção acerca da PAE com especificador da leitura (ou seja, dislexia). Os primeiros sinais da dislexia tendencialmente principiam a sua manifestação ao longo dos primeiros anos de escolaridade das crianças (El Kah & Lakhouaja, 2018). Segundo a perspetiva da psicologia cognitiva, é possível enquadrar a leitura como um processo cognitivo e psicolinguístico que encerra em si um conjunto exclusivo de processos específicos, que não são partilhados com outro tipo de atividades mentais (Snowling & Hulme, 2012). É importante salientar, que o desenvolvimento das competências de leitura e escrita, nos primeiros anos escolares, requerem um amadurecimento quer nas competências linguísticas complexas, quer das competências cognitivas subjacentes que são primordialmente de natureza não linguística (Hachmann et al., 2020).

Neste seguimento, torna-se impreterível compreender o funcionamento do processo psicolinguístico da leitura de forma a perceber a sua complexidade e os seus processos subjacentes. É possível, então, identificar dois modelos teóricos explicativos do processo de leitura, o modelo de dupla via e o modelo simples de leitura (Friedmann & Haddad-Hanna, 2014). O modelo psicolinguístico de dupla via, postula a existência de duas vias independentes no processo leitor, (i) uma via fonológica (não lexical), que descodifica uma determinada palavra através do respetivo som, utilizando a conversão grafema-fonema, e (ii) uma via visual (lexical) que reconhece a palavra como uma unidade, acedendo à memória léxica visual da criança (Castles, 2006; Coltheart, 2005; Coltheart et al., 2001). A via fonológica é fundamental na elucidação da leitura de palavras regulares e pseudopalavras, ou seja, esta via permite a leitura proficiente desta tipologia de palavras desde que seja possível a aplicação das correspondências típicas grafema-fonema (Friedmann & Haddad-Hanna, 2014). Todavia, na presença de palavras com estrutura irregular, que não obedeça à correspondência grafema-fonema, tendo por isso o mesmo grafema a correspondência de

diferentes sons, é necessário que se recorra à via visual-lexical, na qual o reconhecimento das palavras é automático não acedendo, portanto, às informações fonológicas que constituem as palavras (Coltheart et al., 2001). No entanto, este reconhecimento é válido apenas para palavras que já fazem parte do repertório lexical da pessoa, não reconhecendo por isso palavras desconhecidas ou pseudopalavras. A via visual incorpora o léxico de *input* ortográfico (informação ortográfica escrita acerca das palavras conhecidas) e o léxico de *output* fonológico (informação fonológica acerca de sons de palavras conhecidas e faladas) (Friedmann & Haddad-Hanna, 2014). Este modelo ainda subdivide a via lexical em duas partes, a lexical-semântica e a lexical-direta, de forma a clarificar as questões anexadas com a leitura sem compreensão do que está a ser lido (Coltheart, 2005).

Por sua vez, o modelo simples de leitura, foi proposto inicialmente por Gough e Tunmer em 1986, e mais tarde por Hoover e Gough, em 1990. Este modelo teórico serve de base explicativa para o processo compreensivo da leitura, enquadrando dois componentes essenciais ao ato da leitura: a descodificação e a compreensão leitora (Hoover & Gough, 1990). A descodificação está relacionada com a capacidade de reconhecimento da palavra de forma rápida e precisa, para posterior acesso ao seu significado através da memória lexical (Snowling & Hulme, 2012). Como referido anteriormente, o processo de descodificação deverá ser realizado de forma rápida e precisa, se não for realizado assim, poderá comprometer a correta compreensão das palavras, utilizando em demasia os recursos cognitivos na descodificação, limitando os mesmos para o processo de compreensão (Hoover & Tunmer, 2018). Segundo os mesmos autores, este modelo considera que o processo de descodificação e a compreensão da linguagem, são competências basilares para que ocorra uma compreensão leitora positiva e estruturada.

As dificuldades apresentadas no domínio da leitura centram-se nas dificuldades na interpretação da linguagem escrita, causadas por comprometimentos centrais na consciência fonológica, independentemente do perfil intelectual, nível educacional ou capacidade socioeconómica (Franceschini & Bertoni, 2019; Yang et al., 2017). De forma reiterada, a investigação tem aludido, que crianças com dislexia tendem a apresentar compromissos ao nível do processamento fonológico e ao nível das funções executivas, mais especificamente na memória de trabalho (MT) e na capacidade de nomeação rápida automatizada (Chung et al., 2020; Donnelly, 2022; Kuppen & Goswami, 2016, Rhodes-Sanders, 2020).

1.1 Processamento fonológico

O processamento fonológico diz respeito à capacidade na identificação e manipulação da informação das diferentes unidades de som da fala no processamento da linguagem oral e escrita (Wagner & Torgesen, 1987). Os mesmos autores conceptualizam o processamento fonológico englobando três tipos distintos de capacidades, a consciência fonológica (capacidade de manipulação dos sons da fala), a memória fonológica (armazenamento temporário fonológico) e a nomeação rápida (capacidade de evocação de estímulos de forma rápida e precisa) (Wagner & Torgesen, 1987; Yang & McBride, 2020). A consciência fonológica apresenta na sua trajetória desenvolvimental uma progressão hierárquica, iniciando nos fonemas, sílabas, palavras e terminando nas frases (Martinelli & Brincat, 2022). Assim, a consciência/conhecimento dos sons da fala, parece favorecer um desenvolvimento da aprendizagem da leitura iniciais, (fluência leitora, vocabulário, compreensão leitora para aceder ao significado escrito), desempenhando desta forma um papel essencial na previsão de resultados de leitura comparativamente a outras competências, tais como a inteligência, o vocabulário, a compreensão auditiva e o nível socioeconómico (Zugarramurdi et al., 2022). Um número significativo de estudos aponta para uma relação de causalidade entre as competências fonológicas e o nível de desempenho leitor, considerando assim a consciência fonológica como um bom preditor para o desempenho da leitura (Albuquerque & Martins, 2021; Milankov et al., 2021; Snowling & Hulme, 2021; Powell & Atkinson, 2021). No entanto, alguns estudos têm sinalizado um decréscimo da sua influência ao longo da escolaridade, considerando que a capacidade de nomeação rápida passa a contribuir de forma mais exponencial comparativamente com a consciência fonológica (Donnelly, 2022; Furnes & Samuelson, 2010). Desta forma, a dislexia apresenta uma dificuldade específica na discriminação, representação, armazenamento e/ou na recuperação dos sons da fala, o que por sua vez apoia a teoria do défice fonológico (teoria que reúne maior aceitação da comunidade científica), explicando a dificuldade de analisar e representar os diferentes constituintes da linguagem (palavras, sílabas e fonemas) (Ramezani et al., 2021).

No que diz respeito à etiologia da dislexia é possível identificar a ausência de consenso entre os investigadores. No entanto, face à evolução dos estudos de neuroimagem, particularmente a ressonância magnética funcional, é possível identificar padrões diferenciais no funcionamento e estrutura cerebral, coadjuvado com indícios significativos da componente genética (Mascheretti et al., 2017). Shaywitz et al. (2008) reiteram a noção de hereditarie-

dade da perturbação, sinalizando que a perturbação apresenta uma incidência de 23% a 65% em pais com diagnóstico de dislexia e de 40% nos casos de irmãos com dislexia.

reduzida, na ordem de 2:1 a 3:1 (American Psychiatric Association, 2014).

Apesar de a base da dislexia mais referenciada ser o défice fonológico, é usual a comorbidade com outro tipo de perturbações (Peterson & Pennington, 2015), tais como a perturbação de hiperatividade e défice de atenção (PHDA) (apresenta maior representatividade de comorbidade), perturbação do desenvolvimento da linguagem (PDL), perturbação da aprendizagem específica com especificador na matemática (discalculia) e perturbação de desafio e oposição (Couvignou & Kolinsky, 2021).

1.2 Memória de Trabalho, segundo o Modelo de Baddeley

As funções executivas (FE), dizem respeito ao conjunto de processos cognitivos multifatoriais utilizados pelo ser humano na coordenação e autorregulação de pensamentos, emoções e comportamentos, estes processos podem ser utilizados de forma automática ou intuitiva (Diamond, 2013). De acordo com a mesma autora, as FE estão organizadas num controlo executivo *top to bottom*, essenciais para a realização de determinadas funções vitais (controlo mental para o comportamento). Como FE principais são frequentemente referidos três domínios fundamentais, nomeadamente, o controlo inibitório (capacidade de inibição de possíveis distratores comportamentais e atencionais), a MT (capacidade de manter e manipular a informação mentalmente) e a flexibilidade cognitiva (capacidade de redirecionar o foco atencional e/ou adaptação comportamental às demandas do contexto ambiental (Johann et al., 2020). Como FE complexas ou de nível superior é possível identificar o planeamento, a resolução de problemas e o raciocínio (Diamond & Ling, 2016).

O comprometimento nas funções executivas de crianças com dislexia é identificado mais especificamente ao nível da MT (Alloway et al., 2013; Baddeley, 2000; Lofti et al., 2020). A MT é o processo cognitivo mais estudado, pela comunidade científica, no que diz respeito às perturbações da aprendizagem específicas (Lofti et al., 2020; Medina & Guimarães, 2021). A definição deste construto foi evoluindo ao longo dos tempos, e teve como base norteadora o conceito unitário de memória a curto prazo (MCP), no entanto identificou-se que a MT, contrariamente a MCP, requer simultaneamente competências de armazenamento e processamento de informações (Baddeley, 1992). Este é um sistema de memória responsável pelo armazenamento e manipulação, por um período temporal breve de

uma quantidade limitada de informação verbal ou visual, essenciais para a realização de tarefas complexas, bem como, a compreensão, raciocínio e planeamento (Baddeley, 1992; Poblano et al., 2000).

Baddeley e Hitch em 1974, propuseram um modelo de organização funcional de MT em quatro componentes especializados: (i) o *executivo central* que possui a tarefa de supervisionar, controlar e coordenar os outros sistemas; (ii) o *loop fonológico* que integra um armazém, baseado no discurso, que mantém o traço mnésico e um processo de controlo articulatorio; (iii) a *alça visuoespacial* responsável pelo processamento e manutenção de informações visuais e espaciais; e (iv) o *buffer episódico* que foi adicionado posteriormente por Baddeley, em 2000, e permite, segundo o autor, conjugar as informações advindas do *loop* fonológico e do alça visuoespacial, bem como as representações da memória de longo prazo (Nevo & Breznitz, 2011; Baddeley, 2000). Assim, o modelo multicomponente de MT proposto por Baddeley, fornece uma compreensão teórica acerca das demandas de processamento fonológico e visual, desde o nível inferior de complexidade (leitura de palavras), até um nível mais complexo e de ordem superior (compreensão textual) (Smith, 2022). Este modelo tem demonstrado igualmente a sua utilidade como base teórica na identificação de dificuldades específicas dentro do universo das perturbações neurodesenvolvimentais, como por exemplo a dislexia (Maehler et al., 2019). A MT é fundamental para o processo de aprendizagem da leitura e escrita, na medida em que faz a conexão entre a palavra falada e escrita, através do processamento visual e fonológico de informações linguísticas (Donnelly, 2022) e está associado à capacidade de pensamento e processamento linguístico (Baddeley, 2003).

Vários estudos têm vindo a salientar o impacto do treino da MT na minimização das dificuldades da leitura e da escrita em crianças com dislexia (Medina et al., 2017). Os programas de treino cognitivo adaptativo, por exemplo o *Cogmed* de Klingberg ou *Braingame* de Prins Brian, corroboram a suposição que ao realizar repetidamente tarefas de MT, os participantes elaboram diferentes estratégias que potenciam o seu desempenho (Lotfi et al., 2020). Por sua vez, os estudos de Gathercole et al. (2019) e Larsen et al. (2019) aplicaram treinos cognitivos computadorizados que sugerem o benefício da aplicação deste tipo de treino de MT na melhoria das competências leitoras. Luo et al. (2013) aplicaram também no seu estudo um treino computadorizado a crianças com diagnóstico de dislexia para estimulação da MT, salientando um impacto positivo nas tarefas de rima e fluência de leitura. Por sua vez, o estudo de Swanson e Sachse-Lee (2001) identificou que os resultados do

treino de MT em leitores típicos e disléxicos, demonstraram desempenhos mais positivos e favoráveis comparativamente ao pré-treino (Medina, et al., 2017). Os estudos de Ren (2021) e Dehghani e Moradi (2019) identificaram que o impacto do treino de MT foi positivo no que diz respeito ao controlo inibitório e concluíram também que o treino de MT pode ser um recurso interventivo eficaz e funcional na melhoria do controlo inibitório e no desempenho leitor dos alunos com dislexia. Por fim, o estudo de Sharifi e Rezaei (2018) concluiu que as intervenções baseadas em treino de MT, como método de intervenção, pode ser eficaz na redução das dificuldades no processo leitor de crianças com dislexia.

As fases desenvolvimentais mais precoces devem ser o foco de intervenção, na medida que existe uma base neurológica que corrobora a relevância da intervenção precoce e que diz respeito à plasticidade cerebral, ou seja, a capacidade do cérebro em ser mais moldável e permeável, demonstrando uma maior predisposição para a realização das aprendizagens quando estimulado (Rotta et al., 2018). Portanto, é possível inferir que quanto mais jovem a criança, maior a probabilidade de responder positivamente aos estímulos que recebe (Rotta et al., 2018).

1.3 Objetivos do presente estudo

Na medida em que se torna evidente que a MT é uma estrutura essencial no treino da leitura e da escrita, permitindo assim a realização de uma diversidade de tarefas (Cartwright, 2015), com o presente estudo pretende-se contribuir para a compreensão dos efeitos do treino da MT em crianças com dislexia em idade escolar, percebendo a contribuição diferenciada de cada sistema da MT (i.e., *loop* fonológico e alça visuoespacial), através de uma revisão sistemática da literatura. De forma a garantir o rigor metodológico, a presente revisão sistemática seguiu as diretrizes *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta Analyses* (PRISMA) (Moher et al., 2009). Nesta linha de pensamento e de acordo com os estudos atuais, é esperado que os resultados sugiram uma perspetiva favorável relativamente à eficácia do treino da MT em crianças com dislexia.

Assim sendo, o presente estudo irá ampliar o conhecimento teórico/prático acerca de uma perturbação muito significativa na infância e clarificar o contributo do treino da MT para a minimização das dificuldades da leitura e da escrita.

2. Método

2.1 Pesquisa

2.1.1. Questão de investigação

Para a construção da questão de investigação do presente estudo, que orientou toda a pesquisa, foi utilizada a estratégia PICO, que representa o acrónimo: População, Intervenção, Comparação e “Outcomes” (resultados) (Calwell & Bennett, 2020).

Na Tabela 1 está explanada a construção da questão de investigação da presente revisão, seguindo os quatro elementos fundamentais da estratégia PICO acima referidos. Assim, esta revisão sistemática pretende compreender quais os efeitos do treino de MT (fonológico, visuoespacial), em crianças com PAE na leitura, em comparação com grupos de controlo (ativos e passivos).

Tabela 1

Descrição da estratégia Pico.

Estratégia Pico	
População	Crianças em idade escolar com diagnóstico de perturbação da aprendizagem específica na leitura.
Intervenção	Treino em MT (fonológico, visuoespacial).
Comparação	Grupos de controlo ativos e passivos.
Outcomes	Efeitos na leitura.

2.1.2. Bases de Dados

A pesquisa dos artigos foi realizada através do motor de busca EBSCOhost, recorrendo-se ao uso das seguintes bases de dados: *ERIC*, *APA Psynfo* e *Academic Search Complete*.

2.1.3. Palavras-chave

Em concordância com a intenção de investigação, foram selecionadas as seguintes palavras-chave: *working memory*, *AND intervention*, *AND training*, *AND learning disabilities* OR *dyslexia*.

2.1.4. Critérios elegibilidade

Critérios de inclusão: (1) artigos científicos revistos por pares, publicados entre o período de 2011 e 2021; (2) implementação de intervenções baseadas no treino de MT; (3) inclusão de crianças em idade escolar entre os cinco e 12 anos, com diagnóstico PAE (leitura / escrita); (4) estudos publicados em inglês, espanhol, português; (5) resultados relacionados com pelo menos uma vertente da MT.

Critérios de exclusão: (1) implementação de intervenções apenas direcionadas aos pais / cuidadores / professores de indivíduos com PAE; (2) estudos direcionados a indivíduos com outras perturbações; (3) estudos que não incluam treino de MT nas suas intervenções; (4) meta-análises, revisões, capítulos de livros, dissertações.

2.2 Procedimentos

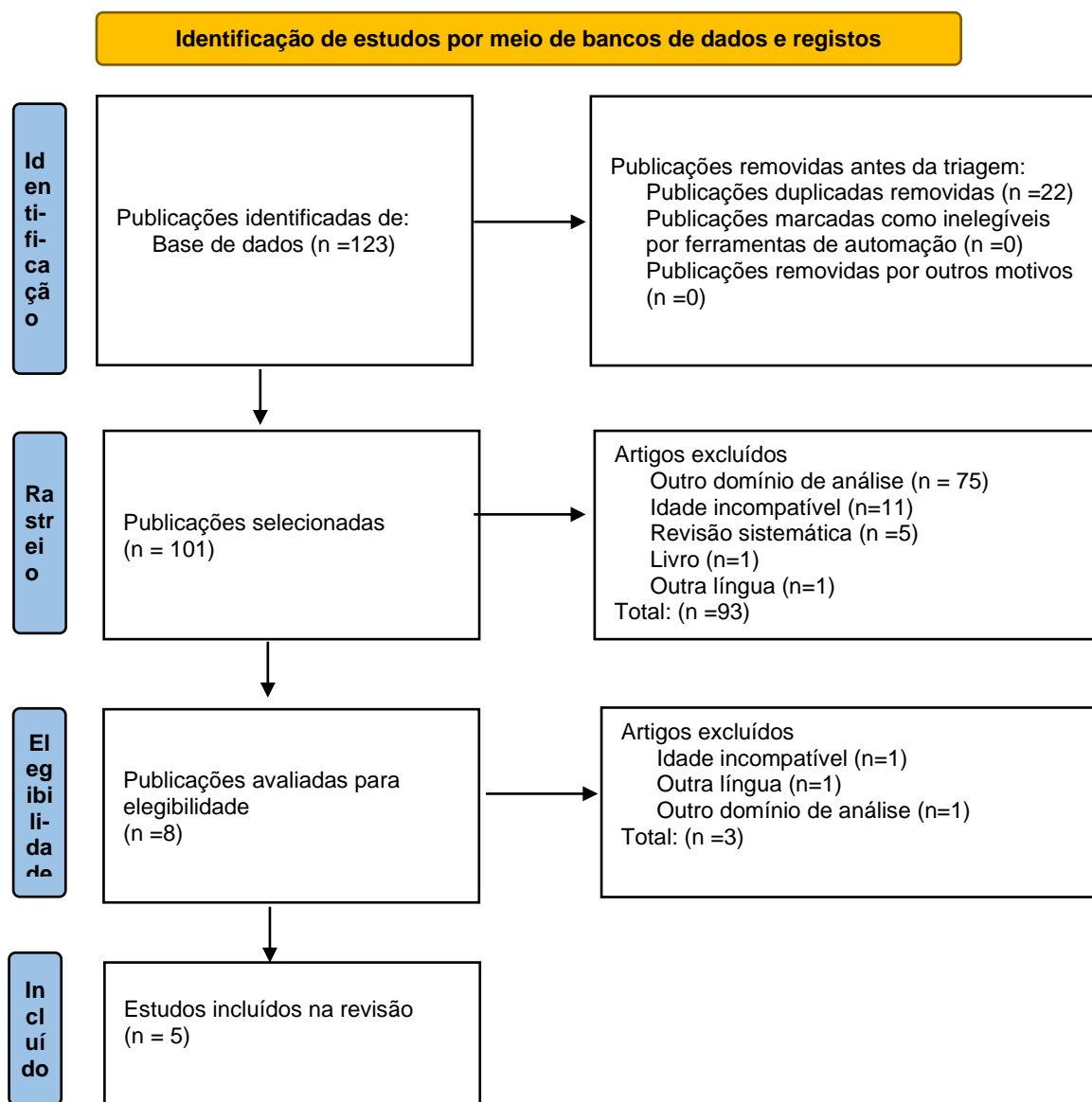
2.2.1. Recolha de dados

Utilizando o software Rayyan (Ouzzani et al., 2016), a seleção dos artigos científicos ocorreu em duas fases diferenciadas. Numa primeira instância, procedeu-se à eliminação dos artigos em duplicado, seguindo-se a leitura do título e respetivo resumo para a seleção dos artigos, em concordância com os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. Numa fase posterior, procedeu-se à leitura integral dos artigos potencialmente elegíveis para a sua respetiva codificação.

Todas as fases deste processo de seleção de artigos encontram-se reportados no fluxograma PRISMA (Moher et al., 2009), presente na Figura 1. É importante salientar que o processo de inclusão e exclusão de cada artigo foi realizado por dois avaliadores independentes de forma cega, sendo que em nenhuma das situações foi necessária a intervenção de um terceiro avaliador, na medida em que foi sempre possível o consenso nas decisões (100%).

Figura 1

Fluxograma PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses)



2.2.2. Avaliação do risco de viés

Após término do processo de recolha e seleção dos artigos, procedeu-se à avaliação de risco de viés da revisão sistemática, de forma a compreender a existência de potenciais erros metodológicos.

A transparência da metodologia aplicada para avaliação do risco de viés, garante a reprodutibilidade no processo de julgamento dos autores de revisões sistemáticas, o que repercute diretamente na qualidade e fiabilidade destas mesmas revisões (Carvalho et al., 2013).

Para o efeito, foi utilizada a ferramenta Rob2.0, para avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados, baseada em cinco domínios que englobam: (1) viés decorrente do processo de randomização, ou seja, a compreensão do método utilizado para a distribuição dos participantes nos grupos de estudo, permitindo desta forma avaliar, se este foi realizado de forma aleatória ou se é possível detetar desvios no processo de randomização; (2) viés devido a desvios das intervenções pretendidas, ou seja, a existência ou não de *double-blinding* acerca dos objetivos interventivos e se existiram desvios da proposta de intervenção e sua interferência nos resultados (participantes e equipa de investigação); (3) viés devido a perdas na continuidade de participantes no estudo e explanação dos motivos da mesma; (4) viés nas medidas de avaliação que, permite compreender a alocação dos participantes e possíveis interferências nos resultados acerca do seu conhecimento no que diz respeito ao conhecimento prévio da intervenção recebida pelos participantes e intervenientes; e (5) viés na seleção dos resultados, domínio relacionado com a eventualidade dos autores relatarem os resultados por conveniência (Stern et al., 2019). Cada domínio descrito é classificado através de uma escala que inclui a nomenclatura: baixo risco de viés, algumas preocupações ou alto risco de viés. A avaliação de cada domínio decorre de uma sequência de perguntas específicas e sequenciais, que auxiliam a realização de uma avaliação e atribuição de cada domínio do risco de viés.

Na avaliação dos estudos não randomizados foi utilizada a ferramenta ROBINS-I, baseada em sete domínios, que englobam: (1) viés por *confounding*, ou seja, quando a seleção dos participantes, é influenciada por fatores de prognóstico; (2) viés devido à seleção dos participantes; (3) viés na definição dos grupos de intervenção; (4) viés devido a desvios da intervenção pretendida; (5) viés face à existência de exclusão de participantes devido à falta de informação; (6) viés nas medidas de avaliação; e (7) viés na seleção dos resultados reportados (Sterne et al., 2016).

2.2.3. Estratégia de análise de dados

Os artigos incluídos neste estudo foram analisados segundo as diretrizes PRISMA (Moher et al., 2009). Procedeu-se a uma análise de dados dos artigos selecionados para o presente estudo, nomeadamente: o método/desenho experimental utilizado, tipologia de intervenção, idade dos participantes, duração e intensidade da intervenção, alvo (s) de in-

tervenção, medidas de avaliação do resultado, participantes e sua alocação nos grupos (controle e intervenção).

3. Resultados

Conforme referido anteriormente, e apresentado no fluxograma PRISMA (cf. Figura 1), o presente estudo foi dividido em duas fases. Numa primeira fase, obteve-se um total de 123 artigos. Destes, 22 foram removidos automaticamente através da plataforma *Rayyan*, pelo facto de serem artigos duplicados, restando assim 101 artigos. Em concordância com os critérios de inclusão e exclusão, foram removidos 93 artigos, restando assim 8 artigos. Findo esta fase, numa segunda etapa, procedeu-se à leitura integral dos artigos, tendo sido removidos mais 3 artigos por não estarem em consonância com os critérios previamente estabelecidos.

3.1 Características gerais dos estudos

No que concerne à idade dos participantes, os estudos incluídos abrangeram diferentes faixas etárias de crianças com PAE, a idade mínima foi de sete anos e a máxima de 12 anos (cf. Tabela 2). No que diz respeito à ponderação de género e condições socioeconómicas, os estudos identificaram que estas variáveis não apresentaram diferenças significativas entre os grupos. Relativamente à distribuição geográfica dos participantes/estudos é possível localizá-los no Irão - Tehran ($n = 2$), na Itália ($n = 1$), em Hong Kong ($n = 1$) e na China - Guangzhou ($n = 1$; cf. Tabela 2).

É possível verificar que, todos os estudos apresentaram uma amostra inferior a 50 participantes e relativamente à ponderação de género a maior parte apresentaram um predomínio do sexo masculino nas suas amostras ($n = 4$). Detalhadamente, Lofti et al. (2020), apresentaram uma amostra de 35 participantes, dos quais 26 do sexo masculino e 9 do sexo feminino, Yang et al. (2017) selecionaram uma amostra de 23 participantes, dos quais 16 do sexo masculino e 7 do sexo feminino, Franceschini e Bertoni (2019) incluíram 18 participantes, dos quais 10 são do sexo masculino e 8 do sexo feminino. Ramezani et al. (2021) realizaram o seu estudo com 29 participantes, dos quais 8 do sexo masculino e 21 do sexo feminino, e, por fim, Wang et al. (2021) apresentaram uma amostra de 41 participantes, não identificando, no entanto, a sua distribuição de género.

No que concerne ao local de realização, a maioria dos estudos administraram as suas intervenções em contexto clínico (Franceschini & Bertoni, 2019; Lofti et al., 2020; Ramezani et al., 2021;). Os restantes estudos realizaram as suas intervenções em contexto escolar (Wang et al., 2021; Yang et al., 2017).

3.1.1 Critérios de inclusão dos participantes

Pela observação dos estudos incluídos nesta revisão, foi possível verificar uma acentuada disparidade, relativamente aos critérios de inclusão dos participantes. Contudo, foi possível destacar três critérios de inclusão que evidenciaram uma maior representatividade nos estudos incluídos, nomeadamente: apresentação de perfil intelectual com pontuação estandardizada ≥ 85 ($n = 4$); participantes sem histórico de perturbação neurológica ou psiquiátrica ($n = 4$); e condições sensoriais (visão/audição) adequadas ($n = 3$). Não obstante, não foi identificado nenhum critério de inclusão transversal a todos os estudos.

No estudo de Lofti et al. (2020), os critérios implementados abrangeram a apresentação de dois níveis abaixo da média na *Reading and Dyslexia Scale (R&D scale)*, Kormi-Nouri, 2012) e diagnóstico formal de dislexia atribuído por um psicólogo pertencente a um centro clínico de neurociência.

Por sua vez, Ramezani et al. (2021) para a confirmação do diagnóstico de dislexia aplicaram subtestes da Bateria *Persian Battery of Normative Reading Test (NEMA)* (Moradi et al., 2016) e para inclusão no estudo a pontuação teria de ser $\leq 25\%$ em cada subteste. Evidencia-se ainda que as crianças teriam de ter um mínimo de seis meses de educação, após entrada no primeiro ano de escolaridade. Como critérios de inclusão é possível sobressair também os seguintes: (1) Quociente de Inteligência (QI) normal avaliado através da *Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition (WISC-IV)* (Wechsler, 2003), uma pontuação estandardizada ≥ 85 ; (2) níveis atencionais enquadrados na média esperada para o grupo padrão, avaliados através da *CSI-4 (Persian version of the parent checklist of the Child Symptoms Inventory)* (Gadow & Sprafkin, 1997); (3) condições sensoriais (visão/audição) adequadas; (4) língua nativa persa; (5) destros; (6) participantes sem histórico de perturbação neurológica ou psiquiátrica; (7) sem a apresentação de toma de fármacos que afetassem o sistema nervoso central; e (8) estatuto socioeconómico médio.

Yang et al. (2017) incluíram crianças com dislexia de uma escola primária. Relativamente aos critérios de inclusão no estudo, é possível salientar os seguintes: (1) apresentar um resultado dentro dos parâmetros esperados para a idade no que diz respeito à inteligên-

cia não verbal, para tal efeito foi administrada a *Raven's Progressive Matrices Test* (RPMT); (2) aplicação da *Scale Revised-Screening for Learning Disability* (PRS), com a obrigatoriedade de uma classificação inferior a um pontuação de 60 pontos; (3) avaliação na língua chinesa, na qual teriam que apresentar valores inferiores à media comparativamente com alunos do mesmo ano de escolaridade; e (4) no *Volume of Lexical Acquisition* (VLA), os alunos deveriam apresentar resultados 1.5 desvios padrão abaixo do esperado em relação a alunos do mesmo ano de escolaridade.

Franceschini et al. (2019) incluíram participantes através do *Italian National Health Service*, baseado nos critérios estandardizados de exclusão e inclusão APA. Como critérios de inclusão identificou-se os seguintes parâmetros: (1) 1,5 desvio padrão abaixo do valor referencial para a idade e em pelo menos uma de duas tarefas de leitura (erros e/ou velocidade); (2) apresentação de QI com pontuação estandardizada ≥ 85 ; (3) condições sensoriais (visão/audição) adequadas; (4) participantes sem histórico de perturbação neurológica ou diagnóstico PHDA; (5) as crianças não podiam ter jogado nenhum *Action Video Game* (AVG), se tivessem jogado, teria que ter sido inferior a uma hora por dia nos últimos seis meses.

Por fim, no estudo de Wang et al. (2021) os critérios aplicados foram: (1) diagnóstico formal de dislexia atribuído por psicólogos educacionais ou clínicos, tendo por base o *Hong Kong Test of Specific Learning Difficulties in Reading and Writing for Primary School Students—Third Edition* [HKT-P(III)]; (2) apresentação de QI com pontuação estandardizada ≥ 85 ; (3) níveis inferiores à média esperada para a idade relativamente às competências de literacia; (3) apresentação níveis inferiores em pelo menos uma área cognitiva-linguística; (4) participantes sem histórico de perturbação neurológica ou psiquiátrica; e (5) sem histórico de operações cerebrais, complicações ao nascimento ou défice significativo sensorial.

3.1.2 Desenho experimental

Conforme é apresentado na Tabela 2, no que diz respeito ao desenho experimental utilizado nos estudos é possível identificar que, a maioria dos estudos implementaram *randomized controlled trials* (RCT) (Ramezani et al., 2021; Wang et al., 2021 Yang et al., 2017). Os restantes estudos são *control trials* (CT) (Franceschini & Bertoni, 2019; Lofti et al., 2020).

3.1.3 Tipo de intervenção

Tal como está exibido na Tabela 2, os estudos incluídos nesta revisão sistemática apresentaram uma variável transversal no que diz respeito ao tipo de intervenção, nomeadamente a administração em formato digital. Todavia, os estudos aplicaram intervenções diferenciadas.

Lofti et al. (2020) aplicaram um treino cognitivo adaptado computadorizado de MT (*BrainWare Safari*), com o foco na memória de trabalho visuoespacial (MTV). Ramezani et al. (2021) aplicaram um treino com o foco nas competências verbais da MT, num dispositivo robótico portátil (*VWM-program- verbal working memory program*). Yang et al. (2017) utilizaram nas suas duas experiências - uma intervenção computadorizada de MT ao nível fonológico e outra ao nível visuoespacial. Por sua vez, Franceschini e Bertoni (2019) aplicaram um AVG “*Plant versus zombies garden warfare*”. Por último o estudo de Wang et al. (2021) aplicou dois tipos de treino, um de MT e outro metalinguístico, num formato computadorizado, utilizando o *software E-Prime 3.0*.

3.1.4 Descrição das tarefas realizadas

Lofti et al. (2020) utilizaram um programa cognitivo computadorizado que consistia na realização de seis tarefas de MTV, com níveis sequenciais de dificuldade progressivos. O programa foi aplicado por quatro psicólogos clínicos, sendo um deles autor do trabalho. Foi efetuado um registo neurofisiológico- (eletroencefalografia) aquando da realização das tarefas.

No estudo de Yang et al. (2017), o grupo de intervenção realizou duas experiências com crianças com dislexia. Na primeira experiência foi aplicado um treino de MT fonológico e na segunda experiência, foi implementado um treino MT visual. Nas duas experiências o grupo de controlo jogou um videojogo placebo *Idiom King*, cujo foco residia nas competências verbais. Como medida de avaliação das competências de leitura, foi aplicado um teste computadorizado, que incluía três dimensões: o conhecimento ortográfico, o conhecimento fonológico e a nomeação rápida de palavras. Este teste foi aplicado aos participantes antes e após os respetivos treinos. Posteriormente os investigadores incluíram um questionário de avaliação das atitudes e motivação, de forma a mensurar as atribuições das mudanças de cada participante.

Wang et al. (2021) aplicaram dois treinos (metalinguístico e MT), com a supervisão de estudantes graduados treinados para o efeito. Ao longo da intervenção, as crianças realizavam as tarefas nos 20 minutos iniciais na língua inglesa e nos 20 minutos seguintes na língua chinesa. No pré e pós teste as crianças tiveram de realizar dois tipos de tarefas: nomeação de figuras e leitura de palavras.

Franceschini e Bertoni (2019) utilizaram um AVG em formato individual online, supervisionado por psicólogos pertencentes a cada centro de reabilitação. De forma a avaliar as competências leitoras, foram aplicados dois tipos diferentes de tarefas (texto/listas) de pseudopalavras. Para avaliar a memória fonológica a curto prazo foi aplicado uma série de trigramas de pseudopalavras que variou dos dois trigramas até um máximo de oito trigramas.

Por fim, Ramezani et al. (2021) aplicaram o *VWM-B program* ao grupo de intervenção e ao grupo de controlo o *VWM program*, através de um instrumento robótico portátil. A sua intervenção de MT verbal foi baseada na teoria de *Baddeley*, incluindo processos de codificação, manutenção, manipulação e recuperação das informações. De forma a treinar a manutenção e manipulação da informação, as tarefas foram realizadas em dois formatos: balanço passivo e ativo.

3.1.5 Duração

Relativamente à duração da intervenção foi possível concluir que os estudos apresentaram alguma variabilidade no que diz respeito à duração das sessões, com uma duração mínima de 15 min e máxima de 65 min e à quantidade de sessões, com uma quantidade mínima de 12 e máxima de 36 sessões. No estudo realizado por Lofti et al. (2020), a intervenção foi realizada ao longo de 30 sessões, com a duração de 55/65 min. Por sua vez, o estudo realizado por Wang et al. (2021) teve um número de sessões aproximado ao estudo anterior (36 sessões), no entanto as sessões tinham a duração de 36/40 min. Ramezani et al. (2021) e Yang et al. (2017), aplicaram a sua intervenção ao longo de 15 dias, diferindo apenas na duração das sessões: o primeiro estudo tinha a duração de 45/60 min, enquanto, o segundo aplicou a sua intervenção durante 15 min diários. Por fim, Franceschini e Bertoni (2019) aplicaram a sua intervenção individualmente, com a duração de 60 minutos durante duas semanas, aproximadamente 12 sessões.

3.1.6 Grupo de controlo

Todos os estudos incluídos neste trabalho, dividiram as suas amostras de participantes em dois grupos (intervenção e controlo), como representado na tabela 2. A tipologia de grupos de controlo predominante foram os grupos de intervenção ativos. Dois dos estudos Yang et al. (2017) e Franceschini e Bertoni (2019), aplicaram videojogos, videojogoplacebo *Idiom King* e *AVG- Nanostray 2* respetivamente. No estudo de Ramezani et al. (2021), o grupo de controlo realizou o *VWM- Program- Verbal Working -Memory Program*, num dispositivo robótico portátil. Por fim, o estudo de Wang et al. (2021) aplicou uma intervenção computadorizada adaptativa (TDYS). Em oposição, o grupo de controlo do estudo de Lofti et al. (2020) não usufruiu de qualquer intervenção, uma vez que os participantes se encontravam em lista de espera.

3.1.7 Alvos de intervenção

Os estudos estabeleceram diferentes alvos de intervenção nos seus artigos, como é possível verificar na tabela 2. Na maioria dos estudos, os autores avaliaram o impacto dos treinos nas competências leitoras (Lofti et al., 2020; Ramezani et al., 2021; Yang et al., 2017). Lofti et al. (2020) acrescentou no seu estudo o controlo inibitório e as competências visuoespaciais. Franceschini e Bertoni (2019) definiram como alvos de intervenção a decodificação fonológica e as competências de memória fonológica. Por último, o estudo de Wang et al. (2021) avaliou a MT e metalinguística.

3.1.8 Medidas de avaliação

Foram usadas diferentes medidas para avaliar as diferentes competências (cf. Tabela 2). Na sua maioria foram utilizadas medidas avaliação de desempenho nos diferentes estudos (Franceschini & Bertoni, 2019; Lofti et al., 2020; Ramezani et al., 2021; Wang et al., 2021). Apenas um estudo incluiu um questionário (Yang et al., 2017).

3.1.9 Risco de viés

A avaliação do risco de viés realizada através da ferramenta *Cochrane*, mais especificamente através dos instrumentos *RoB2.0* (estudos randomizados) e *ROBINS-I* (estudos não randomizados), evidenciaram alguns níveis significativos, indicando um potencial ris-

co de viés dos estudos incluídos na presente revisão (cf. Figura 2, 3,4 e 5). Os estudos de Ramezani et al. (2021) e Yang et al. (2017) apresentaram, na maioria dos domínios, um baixo risco de viés. O estudo de Franceschini e Bertoni (2019) e Lofti et al. (2020), por sua vez, evidenciaram algumas preocupações em alguns domínios. Por fim, o estudo de Wang et al. (2021) apresentaram níveis elevados de risco de viés.

Figura 2

Sumário risco de viés dos estudos randomizados (RoB2.0)

Study	Risk of bias domains					Overall
	D1	D2	D3	D4	D5	
Ramezani et al. (2021)	+	+	+	+	+	+
Yang et al. (2017)	+	+	+	+	+	+
Wang et al. (2021)	+	-	-	-	-	X

Domains:
D1: Bias arising from the randomization process.
D2: Bias due to deviations from intended intervention.
D3: Bias due to missing outcome data.
D4: Bias in measurement of the outcome.
D5: Bias in selection of the reported result.

Judgement
X High
- Some concerns
+ Low

Figura 3

Gráfico risco de viés dos estudos randomizados (RoB2.0)

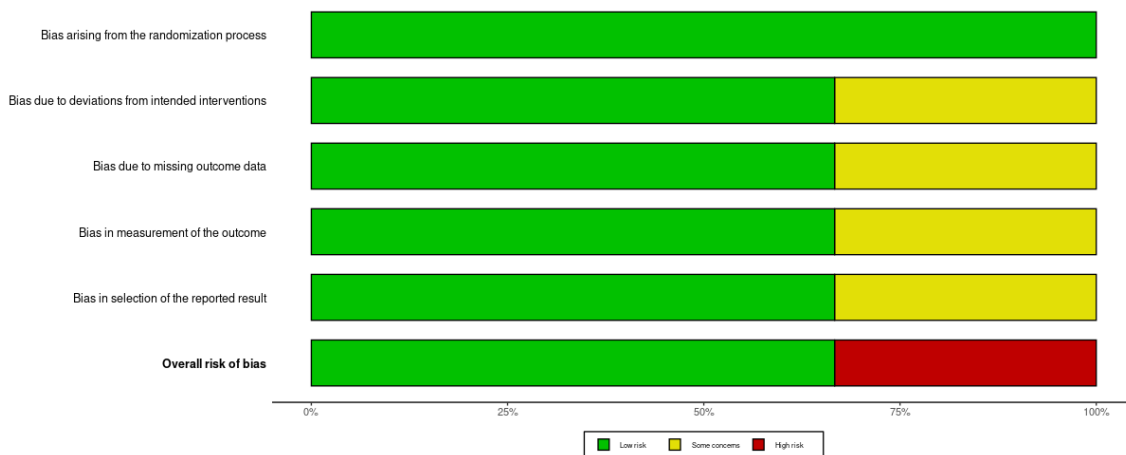


Figura 4

Sumário risco de viés dos estudos não randomizados (ROBINS-I)

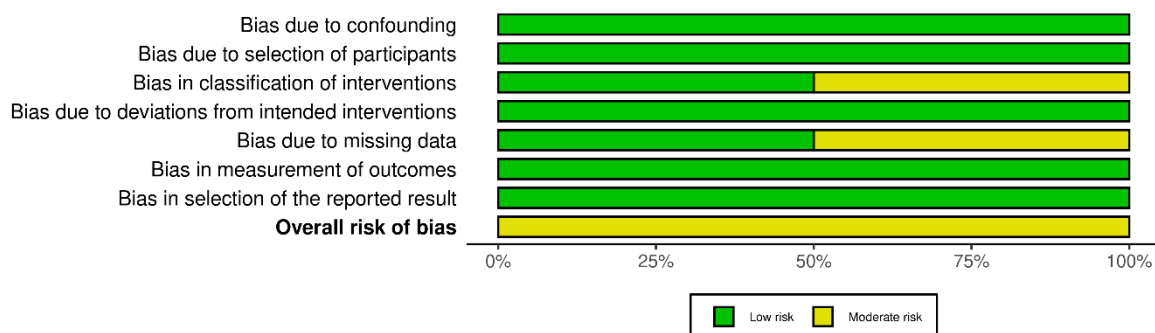
		Risk of bias domains							Overall
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
Study	Lofti et al. (2020)	+	+	+	+	-	+	+	-
	Franceschini e Bertoni (2019)	+	+	-	+	+	+	+	-

Domains:
D1: Bias due to confounding.
D2: Bias due to selection of participants.
D3: Bias in classification of interventions.
D4: Bias due to deviations from intended interventions.
D5: Bias due to missing data.
D6: Bias in measurement of outcomes.
D7: Bias in selection of the reported result.

Judgement
- Moderate
+ Low

Figura 5

Gráfico risco de viés dos estudos não randomizados (ROBINS-I)



3.2 Resultados da intervenção

Analisando detalhadamente os artigos incluídos nesta revisão sistemática, foi possível observar que, todos os cinco estudos reportaram melhorias significativas após a implementação de programas de intervenção de MT. Paralelamente, na comparação os efeitos diferenciados no *loop* fonológico, na alça visuoespacial e a sua eficácia na intervenção com as crianças, apenas um estudo da revisão sistemática seguiu esta linha de investigação (Yang et al., 2017), reportando melhorias significativas nos dois treinos.

3.2.1 Resultados individuais dos estudos

Conforme apresentado na tabela 3, é possível verificar os resultados reportados pelos estudos de forma mais pormenorizada, bem com as suas limitações.

No estudo de Lofti et al. (2020), o grupo de intervenção demonstrou diferenças significativas nos múltiplos aspetos relacionados com a memória de trabalho visual, atenção, processo inibitório, visão sustentada, atenção seletiva, controlo de resposta visual e nas pontuações da *R&D scale*, comparativamente com o grupo de controlo. As melhorias foram detetadas no *baseline* (BL) e no *follow up* (FU) após seis meses, demonstrando durabilidade da eficácia do treino ao longo dos tempos.

Por sua vez, no estudo de Yang et al. (2017), o grupo de intervenção realizou dois treinos n-backWM (fonológico e visuoespacial). Após os 15 dias de treino das duas experiências, o grupo experimental apresentou um melhor desempenho no teste de consciência fonológica (experiência 1) e no teste de conhecimento ortográfico (experiência 2), comparativamente ao grupo de controlo. O grupo experimental reportou também diferenças significativas nas duas experiências, relativamente ao teste de nomeação rápida de palavras. Em suma, este estudo forneceu mais evidência identificando que treino de MT nas duas dimensões é eficaz para melhorar as competências leitoras de crianças com dislexia.

No estudo de Franceschini e Bertoni (2019), o grupo *high learning player* (HL) obteve uma melhoria significativa no que diz respeito à leitura da sílaba/segundo, comparativamente com o *Low learning player* (LL), que não apresentou alterações na leitura das sílabas/segundo. No entanto, observaram que nem todas as crianças com dislexia obtiveram o mesmo nível de efeitos do treino AVG. Neste sentido, os resultados demonstraram melhoria na decodificação fonológica e na MT fonológica, apenas nas crianças que apresentaram melhorias nas pontuações do jogo. A correlação entre as pontuações do AVG e as melhorias das competências leitoras, poderia ser indicadora da causalidade das competências atencionais visuais treinadas pelo AVG no resultado da leitura.

No estudo de Ramezani et al. (2021), o grupo de intervenção realizou tarefas de dupla condição: cognitiva (MT verbal e leitura) e motora. Os participantes que efetuaram o programa VWM-B comparativamente com o programa MT visual, apresentaram um desempenho superior na capacidade de MT verbal, competências de leitura e controlo postural após intervenção. Este estudo encontrou evidências que identificam que a melhoria no controlo postural (automatização nos movimentos relacionados com o equilíbrio), presumivelmente teve um papel efetivo na melhoria das funções cognitivas medidas.

Por fim, o estudo de Wang et al. (2021) analisou o *output* fonológico e a sua suscetibilidade ao treino. Os resultados sugeriram um efeito de facilitação silábica muito significativa ($d = -.13$), indicando a utilização das representações fonológicas de tamanho de sílabas durante a produção de discurso, comparativamente com o grupo com dislexia que apresentou um padrão significativamente diferente ($d = -.04$) contrastando com o efeito de facilitação. Contudo, na comparação dos dois treinos, os resultados sugerem que a dificuldade de representação fonológica na dislexia de crianças chinesas, podem ser atenuados pelo treino metalinguístico, mas não pelo treino da MT.

Tabela 2

Análise dos dados recolhidos de cada artigo

Autores	Ano	Método	Intervenção	Controlo	Idade	Duração/intensidade	Alvo de intervenção	Medidas	Intervenção (n)	Controlo (n)
Lofti et al. (Irão)	2020	CT	Computerized adaptive training (TDYS)	Lista de espera	7 – 12 anos	30 sessões (55-65 min)	Memória de trabalho visuoespacial Competências leitoras Atenção Controlo inibitório	<i>Working Memory Test Battery for Children (WMTB-C)</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Forward Recall ▪ Backward Recall ▪ Maze Memory <hr/> <i>R&D Scale</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rhyming ▪ Word Comprehension ▪ Phoneme Deletion ▪ Letter Fluency ▪ Composite Score <hr/> <i>Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Task (IVA-CPT)</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Visual Response Control ▪ Visual Sustained Control <hr/> <i>Visual Oddball Task (VOT)</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Accuracy ▪ Reaction Time <hr/> <i>Visual 1-Back Task (V1-Back)</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Accuracy ▪ Reaction Time 	n =15	n =20
Yang et al. (China)	2017	RCT	Treino de MT fonológico /visuoespacial n-back WM	Videojogo placebo Idiom King Competências verbais)	Média: 9.71 anos	15 dias, aplicação diária durante 15 min	Experiência 1: Memória de trabalho verbal. Experiência 2: Memória de trabalho visuoespacial	MT verbal <hr/> MT visuoespacial	n =13	n =12
Franceschini e Bertoni (Itália)	2019	CT	<i>Action video game: Plant versus zombies garden warfare</i>	<i>Action video game: Nanostray 2</i>	Média: 10.25 anos	12 sessões (60min/ dia) duas semanas	Compreensão leitora Memória a curto prazo fonológica	<i>Words Reading Task (Time)</i> <hr/> <i>Words Reading Task (Errors)</i> <hr/> <i>PseudoWords Reading Task (Time)</i> <hr/> <i>PseudoWords Reading Task (Errors)</i>	n =9	n =9
Ramezani et al. (Irão)	2021	RCT	VWM-Balance program	VWM- program (MT verbal)	Média: 8 anos	5 semanas de intervenção, 3xsemana (45/60min)	Memória de trabalho verbal Competências leitoras Atenção Postura corporal	<i>Forward Digit Span (FDS)</i> <hr/> <i>Stroop Color-word Test (SCWT)</i> <hr/> <i>NEMA (Subtests)</i> WR, NWR, PD, TC, CW <hr/> COP- <i>Center of Pressure</i> QO-L, QO-A, QO-MV, QO-AP, QO-ML, QC-L, QC-A, QC-MV, QC-AP e QC-ML	n =15	n =14
Wang et al. (Hong Kong)	2021	RCT	Treino metalinguístico	Treino memória de trabalho	7 – 11 anos	36 sessões ao longo de 3 meses (36/40 min)	Memória de trabalho Metalinguística	<i>Naming Latency Task</i> <hr/> <i>Naming Accuracy Task</i> <hr/> <i>Word Reading Task</i>	n =22	n =19

RCT: Randomized Control Trial; CT: Control Trials; WR word reading; NWR non-word reading; PD phoneme deletion; TC text comprehension; CW chain word, CoP center of pressure, QO quite stance-open eyes, L length; A área; MV mean velocity; AP anterior-posterior; ML medial-lateral; QC quite stance-closed eyes.

Tabela 3

Análise dos resultados de cada artigo

Autores	Resultados	Limitações
Lofth et al., (2020)	<p>O grupo de intervenção (<i>TDYS</i>) reportou diferenças significativas nas medidas de MT visuoespacial (<i>MTV</i>) comparativamente ao grupo de controlo (<i>CDYS</i>).</p> <p>A velocidade de processamento não demonstrou benefício relativamente à realização do treino, face a outros componentes demonstrados pela <i>MTV</i>.</p> <p>Detetaram-se também diferenças significativas na comparação do desempenho da <i>MTV</i> no grupo intervenção relativamente ao <i>baseline (BL)</i> e ao <i>follow up (FU)</i> após seis meses, demonstrando durabilidade da eficácia do treino ao longo dos tempos.</p> <p>As duas subescalas da IVA-CPT, <i>Visual Response Control</i> ($d = 1.14; p < .01$) e <i>Visual Sustained Control</i> ($d = 1.22; p < .001$), as tarefas visuais de VOT ($d = 1.12; p < .01$), o teste WMTB-C ($d = 1.49; p < .001$) e as tarefas V1-back ($d = .96; p < .05$), apresentaram uma resposta favorável no grupo <i>TDYS</i> ao longo do tempo, em comparação com o grupo de controlo.</p> <p>Portanto, o <i>TDYS</i> demonstrou após o <i>FU</i> de seis meses, um aumento de 7% nas subescalas e nas pontuações da <i>R&D Scale</i> comparativamente com o aumento de 1.5 com o grupo <i>CDYS</i>.</p> <p>Assim os múltiplos aspetos relacionados com a <i>MTV</i>, atenção e processo inibitório, visão sustentada, atenção seletiva e controlo de resposta visual apresentaram melhorias significativas que foram mantidas ao longo do tempo. Por fim os resultados do eletroencefalograma (<i>EEG</i>) demonstraram um aumento do sinal <i>P3b</i> em 35% após treino com o grupo <i>TDYS</i> comparativamente com 5% do grupo de controlo. Em contrapartida a latência da amplitude <i>P3b</i> não diferiu entre os dois grupos.</p>	<p>Atribuição de um grupo pequeno de crianças com dislexia de forma não randomizada aos dois grupos.</p> <p>Tamanho de amostra pequeno de crianças com dislexia.</p> <p>A inclusão de um grupo de controlo passivo (lista de espera), somente para avaliação como um grupo de comparação sem avaliação de acompanhamento.</p> <p>O estudo não abordou questões relacionadas com processos de leitura como consciência fonológica, vocabulário, compreensão e fluência.</p>
Yang et al., (2017)	<p>Os resultados do treino fonológico ($d = 1.59; p < .001$) e visuoespacial ($d = 12.92; p < .001$), identificaram que os níveis atingidos nos dois primeiros dias comparativamente com os dois últimos dias, apresentaram diferenças significativas, o que demonstrou que os participantes completaram a tarefa de forma mais eficiente no final da tarefa, comparativamente com o início, sugerindo que o treino de MT com o <i>n-back TASK</i> foi eficiente.</p> <p>Os resultados mostram também que o teste de conhecimento fonológico após o treino fonológico de MT melhorou o conhecimento fonológico das crianças com dislexia. Contudo o teste de conhecimento ortográfico não apresentou melhorias após o treino fonológico da MT, no entanto melhorou o conhecimento fonológico.</p> <p>Por fim os resultados sugeriram que até certo ponto que o treino fonológico de MT melhorou a rapidez da nomeação rápida de palavras de crianças com diagnóstico de dislexia. A capacidade de nomeação rápida assume-se estar relacionada com o conhecimento tanto fonológico como ortográfico.</p> <p>Os resultados mostram que o teste de conhecimento fonológico após o treino visual de MT não apresentou melhorias na consciência fonológica no grupo experimental, na medida em que o treino de <i>MTV</i> está relacionado com a alça visuoespacial e não com o <i>loop</i> fonológico. Considerando-se que o <i>loop</i> fonológico não foi alvo direto de treino, logo a consciência fonológica não apresentou melhorias. Da mesma forma os resultados demonstraram um desempenho superior no teste de conhecimento ortográfico, sugerindo que o treino visuoespacial de MT pode melhorar a consciência fonológica das crianças com dislexia.</p> <p>Por fim, o treino visuoespacial melhorou significativamente a consciência ortográfica, sugerindo que apenas a função da componente de MT treinada é alvo de melhoria. De forma a controlar as diferenças relativamente à motivação e atitudes entre os grupos, os investigadores incluíram o <i>Attitude and Motivation Questionnaire</i>. Nas duas experiências não foram identificadas diferenças significativas nos níveis de motivação e atitudes dos participantes no pré e pós teste, o que sugere que as melhorias identificadas são devidas ao treino quer visual quer fonológico e não a diferentes níveis de motivação.</p>	<p>As crianças alocadas aos dois grupos (controlo e intervenção), todas tinham diagnóstico de dislexia.</p> <p>O tamanho da amostra reduzido, o estudo aponta como justificação a dificuldade em sinalizar crianças com dislexia numa escola primária comum.</p> <p>Realização de experiências apenas comportamentais para explorar os efeitos do treino de MT, excluindo, por exemplo, ressonância magnética funcional.</p>

<p>Franceschini e Bertoni, (2019)</p>	<p>Os resultados demonstraram que as duas tarefas de compreensão leitora (texto/lista) estavam muito relacionadas entre si ($p < .001$). O grupo HL ($p = .025$) obteve uma melhoria significativa no que diz respeito à leitura da sílaba/segundo. No entanto as melhorias na decodificação de pseudopalavras obtidas no treino AVG no grupo HL de crianças com dislexia não foi significativa ($p = .327$), comparativamente com as melhorias médias esperadas nas crianças com dislexia. Em contraste a taxa de erro mostrou mudança significativa entre o pré e pós teste ($p = .069$). Inversamente o grupo LL, não apresentou alterações na leitura das sílabas/segundo ($p = .541$) ou na taxa de erro ($p = .646$). De forma a compreender as diferenças entre os jogos, os autores compararam as diferenças entre os dois grupos HL e LL no desempenho dos dois videogames, constatou-se não haver diferenças nem na leitura sílaba/segundo ($p = .57$), nem na taxa de erro ($p = .886$). Assim as pontuações obtidas no jogo estavam correlacionadas com a variável idade ($p = .047$), e também na tarefa da velocidade da leitura de pseudopalavras no pré teste ($p = .045$). Estas correlações indicam uma melhoria no desempenho de crianças mais velhas comparativamente com as crianças mais novas e também das que apresentam mais dificuldade na decodificação fonológica melhoraram no jogo mais do que aqueles com menos dificuldades. No que diz respeito à avaliação das competências de memória fonológica, o grupo HL reportou melhorias significativas no desempenho no pré e pós treino. Em contraste, não se identificaram mudanças no grupo LL no pré e pós treino ($p = .888$).</p>	<p>Não foram identificadas pelos autores nenhum tipo de limitações no seu estudo.</p>
<p>Ramezani et al., (2021)</p>	<p>Os resultados reportaram que o fator tempo apresentou alterações significativas nas medidas FDS ($d = .79$; $p < .001$), nos subtestes NEMA: WR ($d = .64$; $p < .001$), NWR ($d = .56$; $p < .001$), PD ($d = .72$; $p < .001$), TC ($d = .85$; $p < .001$) e CW ($d = .6$; $p < .001$) e no COP no subteste QC-MV ($d = .14$; $p = .043$). Estes resultados sugerem que a alteração nas pontuações verificada após a intervenção, é independentemente do grupo dos participantes.</p> <p>O grupo de controlo apresentou pontuações significativas para as medidas FDS ($d = .16$; $p = .031$), e os subtestes NEMA: WR ($d = .17$; $p = .027$) e TC ($d = .16$; $p = .035$). Estes resultados demonstram que o valor alterado no grupo de controlo é independente do fator tempo.</p> <p>A análise do fator tempo e do grupo de intervenção, também foi significativo para todas as medidas do FDS ($d = .5$, $p < .001$), subtestes NEMA ($d = .43$; $p < .001$), e parâmetros do COP, exceto o QC-L ($d = 0$; $p = .752$), QC-MV ($d = .01$; $p = .674$) e QC-ML ($d = 0.02$; $p = .511$). Quando estes resultados identificam valores significativos, denota que existem diferenças ao longo do tempo entre os dois grupos.</p>	<p>Foram identificadas algumas diferenças nos entre os estabelecimentos de ensino, considerando a possibilidade que a diferenciação possa afetar a qualidade dos serviços educacionais.</p> <p>Não incluir crianças de escolas privadas do distrito.</p> <p>Investigação limitou o seu estudo apenas aos efeitos a curto prazo do programa VWM-B.</p>
<p>Wang et al., (2021)</p>	<p>Os resultados sugeriram um efeito de facilitação silábica muito significativa ($d = -.13$), indicando a utilização das representações fonológicas de tamanho de sílabas durante a produção de discurso, comparativamente com o grupo com dislexia que apresentou um padrão significativamente diferente ($d = -.04$) contrastando com o efeito de facilitação. É reportado também, que apenas o grupo de treino metalinguístico apresentou um efeito posterior significativo relativamente à facilitação silábica ($d = -.13$), comparativamente com o treino de MT ($d = -.01$). Assim, estes resultados sugeriram a presença de um déficit de representação fonológica ao nível silábico na dislexia, ponderando a mais-valia na capacidade interventiva do treino metalinguístico na dislexia.</p>	<p>A ordem da aplicação das tarefas não foi homogênea, identificando dúvidas acerca da confiabilidade dos efeitos de facilitação ao nível individual, considerando a possível existência de diferenças individuais no efeito da ordem.</p>

WR word reading; NWR non-word reading; PD phoneme deletion; TC text comprehension; CW chain word, CoP center of pressure, QO quite stance-open eyes, L length; A área; MV mean velocity; AP anterior-posterior; ML medial-lateral; QC quite stance-closed eyes.

4. Discussão

Face à questão inicial acerca da eficácia do treino da MT em crianças com diagnóstico de PAE, com especificador da leitura, foi escolhido como metodologia a realização de uma revisão sistemática da literatura. Face às questões iniciais do presente estudo foi possível corroborar a interferência positiva do treino de MT (*loop* fonológico e alça visuoespacial) nas crianças dislexia nos cinco estudos incluídos. Todavia ressalva-se que a maioria dos estudos apresentaram limitações metodológicas.

Os estudos selecionados para esta revisão não avaliam a MT da mesma forma. Alguns avaliaram a MT como um componente integral ($n=1$), outros avaliaram exclusivamente o subsistema *loop* fonológico ($n=3$), ou ainda outro que avaliou apenas o subsistema laço visuoespacial ($n=1$).

Como era expectável e de acordo com a literatura prévia (Luo et al., 2013; Sharifi & Rezaei, 2018; Swanson & Sachse-lee, 2001), os estudos incluídos na presente revisão corroboram a ideia da eficácia do treino de memória de trabalho na minimização das dificuldades no processo de leitura nas crianças com dislexia. Os resultados indicaram a MT como um fator fundamental no desenvolvimento da leitura nas crianças com dislexia, considerando que, intervenções com o foco na MT podem auxiliar as crianças com dislexia a se tornarem mais proficientes na leitura (Luo et al., 2013; Sharifi & Rezaei, 2018).

Numa primeira análise, tendo como linha de pensamento o primeiro objetivo do presente trabalho analisar a eficácia do treino de memória de trabalho na dimensão do *loop* fonológico em crianças com diagnóstico de PAE, com especificador da leitura, verificou-se que as competências relacionadas com o subsistema fonológico na maioria dos estudos revelaram melhorias significativas no grupo de intervenção quando comparado com o grupo de controlo (Franceschini & Bertoni, 2019; Ramezani et al., 2021; Yang et al., 2017; Wang et al., 2021). Estes resultados são consistentes com investigações anteriores, que corroboram que crianças com dislexia apresentam défice na memória verbal, o que por sua vez, afeta o funcionamento da MT fonológica, manifestando-se em dificuldades linguísticas e perceptivas (Giorgetti & Lorusso, 2019; Luo et al., 2013; Lazzaro et al., 2021; Quintero-López et al., 2022)

No que diz respeito ao segundo objetivo analisar a eficácia do treino de memória de trabalho na dimensão da alça visuoespacial com crianças com diagnóstico de PAE, com especificador da leitura, apenas os estudos de Lofti et al. (2020) e Yang et al. (2017) avaliaram

o subsistema laço visuoespacial, reportando melhorias significativas no grupo experimental. Estes dados são congruentes com investigações prévias (Bajre & Klan, 2019; Lazzaro et al., 2021; Naji et al., 2019), considerando que os resultados documentam défices em tarefas visuais e espaciais, indicando que as dificuldades de MT na dislexia, não se limita a alterações do subsistema fonológico, mas também envolve o subsistema visuoespacial.

Numa perspetiva longitudinal, em contraste com o espectável, a literatura (Bajre & Klan, 2019; Quintero-López et al., 2022) aponta para uma acentuada discrepância dos resultados, face à heterogeneidade das avaliações aplicadas pelos estudos, repercutindo numa resposta inequívoca à questão de perceber se o treino de MT apresenta melhoria significativa de forma duradoura. Esta perspetiva é corroborada pelo estudo de Maehler et al. (2019), na qual não foram reportados efeitos de melhoria de desempenho de crianças com dislexia a longo prazo. No entanto, identificaram uma melhoria com o efeito de três meses após treino de MT apenas do subsistema visuoespacial.

Por fim, o terceiro objetivo centrou-se na comparação dos efeitos do *loop* fonológico, alça visuoespacial e a sua eficácia na intervenção com crianças com diagnóstico de PAE, com especificador da leitura. Os estudos apontaram que vários tipos de treino de MT foram usados, mas apenas o treino misto de MT, com componentes verbais e visuoespaciais, mostrou efeitos de desempenho significativos (Danielsson et al., 2015; Yang et al., 2017)

Assim numa perspetiva global, verificou-se que os treinos realizados pelos grupos experimentais baseadas no treino de MT, foram considerados como um método de intervenção profícuo, demonstrando eficácia na minimização das dificuldades no processo de leitura (Alaqueel & Aldoghmy, 2018; Luo et al., 2013; Sharifi & Rezaei, 2018).

Relativamente à metodologia utilizada, é possível identificar que alguns estudos incluídos nesta revisão, realizaram RCT's, frequentemente considerado como o *gold standard* para os estudos científicos (Sharma et al., 2020). No entanto, apesar do seu potencial metodológico, é fundamental destacar que os artigos incluíram predominantemente grupos de controlo ativos e apenas um passivo. De forma a potenciar a robustez do estudo, seria relevante incluir nos estudos, um grupo experimental e grupos de controlo (passivo e ativo), na medida em que iria exponenciar o poder comparativo nas variáveis independentes, e produzindo efeitos significativamente diferentes nos resultados (Michopoulos et al., 2021), na medida em que, seleccionar apropriadamente um grupo de controlo é uma componente essencial no desenho de estudos de intervenção comportamental (Gitlin & Czaja, 2015).

Uma investigação tem validade científica quando é confiável e representativa (Zang et al., 2011). Relativamente à amostra de participantes exibidas pelos artigos, é possível indagar a pouca representatividade da amostra, em contraste com à imensa incidência diagnóstica de crianças com dislexia, sendo esta uma das perturbações da atualidade com maior ocorrência ao nível mundial (Morken et al., 2014). Este diferencial poderá potencialmente fazer uma inferência errada da população diminuindo assim a sua validade externa, interferindo com a confiabilidade dos estudos (Gitlin & Czaja, 2015). Concomitantemente, os artigos demonstraram um predomínio de participantes do sexo masculino, esta tendência de gênero, poderá influenciar também negativamente na replicação dos dados e na sua generalidade.

O processo de randomização dos participantes é uma das dimensões basilares dos RCT'S, assim, o processo é dependente de duas etapas essenciais: a primeira está relacionada com o a geração da sequência de aleatoriedade, a segunda está relacionada com a ocultação da alocação dos participantes. Neste sentido, os artigos apresentavam algumas limitações metodológicas. Relativamente à aleatoriedade de alocação dos participantes é possível identificar que alguns estudos não apresentaram com clareza a descrição do processo de distribuição dos participantes (Lofti et al., 2020; Franceschini & Bertoni, 2019). Por sua vez, a maioria dos estudos transpareceu a aplicação do processo de randomização nas suas investigações. Outro processo está relacionado com a ocultação da alocação aos participantes e aos examinadores, apenas um estudo apresentou na sua metodologia *double blind* (Yang et al., 2017), um estudo identificou que a equipa de pesquisa foi cega face a aplicação da intervenção (Ramezani et al., 2021), a maioria dos estudos não apresentaram na sua descrição metodológica este procedimento. Assim, considera-se fundamental o processo de randomização, permitindo minimização do risco de viés, fornecendo uma base mais robusta cientificamente para a validade dos estudos (Lim & In, 2019).

Da mesma forma, a maioria dos estudos não descreveram com alvura nas suas investigações o processo de ocultação das intervenções.

5. Limitações e direções futuras

Nesta fase do presente estudo é essencial, que o olhar se debruce acerca das limitações da própria revisão sistemática. Assim, a primeira limitação pode estar relacionada com o processo de pesquisa da literatura, que apesar de ter sido minucioso, por condicionalismos de acesso, ficou limitada a quatro bases de dados. Embora sejam bases de dados que cons-

tituem um recurso importante nas citações dos estudos, não é possível assegurar na totalidade, que todos os estudos com relevância e evidência científica, tenham sido incluídos e, concludentemente reportados. Outra limitação a considerar pode estar relacionada com as palavras-chave, considerando a possibilidade de introdução e/ou modificação das palavras, de forma a aumentar o tamanho da amostra de literatura, passível de ser incluída no presente estudo. Como critério de elegibilidade foi aplicado a inclusão exclusiva de artigos científicos revistos por pares, o que por sua vez, pode constituir uma limitação, no sentido de excluir trabalhos de foro académico, com interesse nesta temática. Por fim, relativamente ao período do tempo de publicação dos artigos incluídos nesta revisão, pode ter constituído uma limitação da revisão, na medida em que pode ter sido muito restritiva e excluir igualmente literatura relevante.

Neste sentido, assume-se que o presente estudo possa não constituir-se como representativo da globalidade dos artigos que avaliam a eficácia do treino de memória de trabalho nas crianças com dislexia. No entanto, reconhece-se a aplicação dos critérios base e metodologias pré-estabelecidas.

Numa perspetiva futura, sugere-se que os estudos se direcionem na construção de investigações mais robustas ao nível metodológico, contemplando amostras com dimensões superiores, realização de RCT com a inclusão de grupos controlo passivos e ativos. Sugere-se ainda, que os estudos incluam a análise simultânea e comparativa dos dois subsistemas da MT, abrangendo medidas de avaliação mais consistentes entre os estudos.

Conclui-se ainda que esta área de investigação ainda apresenta um longo caminho de descoberta, justificando assim a continuidade de investimento pela comunidade científica. É importante produzir conhecimentos mais aprofundados acerca da eficácia da MT como uma mais-valia na intervenção com crianças com dislexia, possibilitando desta forma, que a prática clínica seja alicerçada numa intervenção mais especializada e adaptada às características e aos défices das crianças com dislexia.

6. Referências bibliográficas

- Alaqueel, A., & Aldoghy, O. (2018). A literature review on effectiveness of computerized training programs on working memory capacity and reading ability of students with disabilities. *European Journal of Special Education Research*, 3(3), 1–38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1239057>
- Albuquerque, A., & Martins, M. A. (2022). Invented spelling as a tool to develop early literacy: The predictive effect on reading and spelling acquisition in portuguese. *Journal of Writing Research*, 14 (1), 113-131. <https://doi.org/10.17239/jowr-2022.14.01.04>
- Alloway, T. P., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students? *Computers in Human Behavior*, 29(3), 632–638. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.10.023>
- American Psychiatric Association. (2014). *DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais*. Artmed Editora. ISBN 978-85-8271-088-3
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of learning and motivation* (8^a ed.). New York: Academic press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556–559. <https://doi.org/10.1126/science.1736359>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Bajre, P., & Khan, A. (2019). Developmental dyslexia in Hindi readers: Is consistent sound-symbol mapping an asset in reading? Evidence from phonological and visuospatial working memory. *Dyslexia*, 25(4), 390–410. <https://doi.org/10.1002/dys.1632>
- Caldwell, P. H., & Bennett, T. (2020). Easy guide to conducting a systematic review. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 56(6), 853–856. <https://doi.org/10.1111/jpc.14853>
- Cartwright, K. B. (2015). *Executive skills and reading comprehension: A guide for educators*. Guilford Publications. ISBN 9781462521142
- Carvalho, A., Silva, V., & Grande, A. J. (2013). Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagn Tratamento*, 18(1), 38–44.

- Castles, A. (2006). The dual route model and the developmental dyslexias. *London Review of Education*, 4(1), 49–61. <https://doi.org/10.1080/13603110600574454>
- Chung, K. K. H., Lam, C. B., & Leung, C. O. Y. (2020). Contributions of executive functioning to Chinese and English reading comprehension in Chinese adolescent readers with dyslexia. *Reading and Writing*, 33(7), 1721–1743. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Coltheart, M. (2005). Modeling reading: The dual-route approach. In M. J. Snowling & C. Hulme (Eds.), *The Science of Reading: A Handbook* (pp. 6–23). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9780470757642.ch1>
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204–256. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.108.1.204>
- Couvignou, M., & Kolinsky, R. (2021). Comorbidity and cognitive overlap between developmental dyslexia and congenital amusia in children. *Neuropsychologia*, 155, 107–811. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107811>
- Cruz, V. (2009). *Dificuldades de aprendizagem específicas*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas, Lda. ISBN: 978-972-757-600-5
- Danielsson, H., Zottarel, V., Palmqvist, L., & Lanfranchi, S. (2015). The effectiveness of working memory training with individuals with intellectual disabilities—a meta-analytic review. *Frontiers in Psychology*, 6, 1230. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01230>
- Dehghani, Y., & Moradi, N. (2019). The Effectiveness of Working Memory Training on Inhibition and Reading Performance of Students with Specific Learning Disabilities (Dyslexia). *Neuropsychology*, 4(15), 123–142. <https://doi.org/10.30473/CLPSY.2019.43389.1382>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Donnelly, C. (2022). *An investigation into affect-related working memory for adolescents with dyslexia* [Doctoral dissertation, Mary Immaculate College].

- El Kah, A., & Lakhouaja, A. (2018). Developing effective educative games for Arabic children primarily dyslexics. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2911–2930. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9750-2>
- Franceschini, S., & Bertoni, S. (2019). Improving action video games abilities increases the phonological decoding speed and phonological short-term memory in children with developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 130, 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.10.023>
- Friedmann, N., & Haddad-Hanna, M. (2014). Types of developmental dyslexia in Arabic. In E., Saiegh-Haddad, & R. Joshi, (eds) *Handbook of Arabic Literacy* (9thed., pp. 119–151). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8545-7_6
- Furnes, B., & Samuelsson, S. (2010). Predicting reading and spelling difficulties in transparent and opaque orthographies: A comparison between Scandinavian and US/Australian children. *Dyslexia*, 16(2), 119–142. <https://doi.org/10.1002/dys.401>
- Gadow, K. D., & Sprafkin, J. (1997). *Child symptom inventory 4: CSI*. Stony Brook, Checkmate Plus.
- Gathercole, S. E., Dunning, D. L., Holmes, J., & Norris, D. (2019). Working memory training involves learning new skills. *Journal of Memory and Language*, 105, 19–42. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2018.10.003>
- Giorgetti, M., & Lorusso, M. L. (2019). Specific conditions for a selective deficit in memory for order in children with dyslexia. *Child Neuropsychology*, 25(6), 742–771. <https://doi.org/10.1080/09297049.2018.1530746>
- Gitlin, L. N., & Czaja, S. J. (2015). *Behavioral intervention research: Designing, evaluating, and implementing*, (pp.1-485). Springer Publishing Company.
- Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, reading, and reading disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6–10. <https://doi.org/10.1177/074193258600700104>
- Hachmann, W. M., Cashdollar, N., Postiglione, F., & Job, R. (2020). The relationship of domain-general serial order memory and reading ability in school children with and without dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 193, 104789. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104789>
- Hoover, W. A., & Gough, P. B. (1990). The simple view of reading. *Reading and Writing*, 2(2), 127–160. <https://doi.org/10.1007/BF00401799>

- Hoover, W. A., & Tunmer, W. E. (2018). The simple view of reading: Three assessments of its adequacy. *Remedial and Special Education, 39*(5), 304–312. <https://doi.org/10.1177/0741932518773154>
- Illeris, K. (2018). A comprehensive understanding of human learning. In *Contemporary theories of learning* (pp. 1-14). Routledge. ISBN9781315147277
- Johann, V., Könen, T., & Karbach, J. (2020). The unique contribution of working memory, inhibition, cognitive flexibility, and intelligence to reading comprehension and reading speed. *Child Neuropsychology, 26*(3), 324–344. <https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1649381>
- Kormi-Nouri, R., Moradi, A. R., Moradi, S., Akbari-Zardkhaneh, S., & Zahedian, H. (2012). The effect of bilingualism on letter and category fluency tasks in primary school children: Advantage or disadvantage? *Bilingualism: Language and Cognition, 15*(2), 351–364. <https://doi.org/10.1017/S1366728910000192>
- Kuppen, S. E., & Goswami, U. (2016). Developmental trajectories for children with dyslexia and low IQ poor readers. *Developmental Psychology, 52*(5), 717. <https://doi.org/10.1037/a0040207>
- Larsen, S. E., Lotfi, S., Bennett, K. P., Larson, C. L., Dean-Bernhoft, C., & Lee, H. J. (2019). A pilot randomized trial of a dual n-back emotional working memory training program for veterans with elevated PTSD symptoms. *Psychiatry Research, 275*, 261–268. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.02.015>
- Lazar, S. (2015). The importance of educational technology in teaching. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 3*(1), 111–114. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2015-3-1-111-114>
- Lazzaro, G., Varuzza, C., Costanzo, F., Fucà, E., Di Vara, S., De Matteis, M. E., Vicari, S., & Menghini, D. (2021). Memory deficits in children with developmental dyslexia: A reading-level and chronological-age matched design. *Brain Sciences, 11*(1), 1–40. <https://doi.org/10.3390/brainsci11010040>
- Lim, C. Y., & In, J. (2019). Randomization in clinical studies. *Korean Journal of Anesthesiology, 72*(3), 221–232. <https://doi.org/10.4097/kja.19049>
- Livingston, E. M., Siegel, L. S., & Ribary, U. (2018). Developmental dyslexia: Emotional impact and consequences. *Australian Journal of Learning Difficulties, 23*(2), 107–135. <https://doi.org/10.1080/19404158.2018.1479975>

- 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: Na ERP study. *Journal of Neurolinguistics*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2020.100904>
- Luo, Y., Wang, J., Wu, H., Zhu, D., & Zhang, Y. (2013). Working-memory training improves developmental dyslexia in Chinese children. *Neural Regeneration Research*, 8(5), 452. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-5374.2013.05.009>
- Maehler, C., Joerns, C., & Schuchardt, K. (2019). Training working memory of children with and without dyslexia. *Children*, 2-25. <https://doi.org/10.3390/children6030047>
- Martinelli, V., & Brincat, B. (2022). The similarity of phonological skills underpinning reading ability in shallow and deep orthographies: A bilingual perspective. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 25(6), 2095–2108. <https://doi.org/10.1080/13670050.2020.1854167>
- Mascheretti, S., De Luca, A., Trezzi, V., Peruzzo, D., Nordio, A., Marino, C., & Arrigoni, F. (2017). Neurogenetics of developmental dyslexia: From genes to behavior through brain neuroimaging and cognitive and sensorial mechanisms. *Translational Psychiatry*, 7(1), 2–15. <https://doi.org/10.1038/tp.2016.240>
- Medina, G. B. K., Minetto, M. D. F. J., & Guimarães, S. R. K. (2017). Funções executivas na dislexia do desenvolvimento: Revendo evidências de pesquisas. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 23, 439–454. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382317000300009>
- Medina, G. B. K., & Guimarães, S. R. K. (2021). Leitura na dislexia do desenvolvimento: O papel da consciência fonêmica e das funções executivas. *Estudos de Psicologia*, 38, 3–15. <https://doi.org/10.1590/1982-0275202138e180178>
- Michopoulos, I., Furukawa, T. A., Noma, H., Kishimoto, S., Onishi, A., Ostinelli, E. G., Ciharova, M., Miguel, C., Karyotaki, E., & Cuijpers, P. (2021). Different control conditions can produce different effect estimates in psychotherapy trials for depression. *Journal of Clinical Epidemiology*, 132, 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2020.12.012>
- Milankov, V., Golubović, S., Krstić, T., & Golubović, Š. (2021). Phonological awareness as the foundation of reading acquisition in students reading in transparent orthography. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105440>

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264–269. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Moradi, A. R., Hosaini, M., Kormi-Nouri, R., Hassani, J., & Parhoon, H. (2016). Reliability and validity of reading and dyslexia test (NEMA). *Advances in Cognitive Sciences*, 18(1), 22–34. ISSN 1561-4174
- Morken, F., Helland, T., Hugdahl, K., & Specht, K. (2014). Children with dyslexia show cortical hyperactivation in response to increasing literacy processing demands. *Frontiers in Psychology*, 5(1491), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01491>
- Naji, E. S., Hassanzadeh, S., Shokoohi-yekta, M., Hejazi Moghari, E., & Ejei, J. (2019). Auditory and visual working memory in dyslexic students: Before and after intervention. *Clinical Psychology Studies*, 9(35), 173–194. <https://doi.org/10.22054/jcps.2019.42673.2140>
- Nevo, E., & Breznitz, Z. (2011). Assessment of working memory components at 6 years of age as predictors of reading achievements a year later. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(1), 73–90. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.09.010>
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan—A web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2015). Developmental dyslexia. *Annual Review of Clinical Psychology*, 11(1), 283–307. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60198-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60198-6)
- Poblano, A., Valadéz-Tepec, T., de Lourdes Arias, M., & García-Pedroza, F. (2000). Phonological and visuo-spatial working memory alterations in dyslexic children. *Archives of Medical Research*, 31(5), 493–496. [https://doi.org/10.1016/S0188-4409\(00\)00096-5](https://doi.org/10.1016/S0188-4409(00)00096-5)
- Powell, D., & Atkinson, L. (2021). Unraveling the links between rapid automatized naming (RAN), phonological awareness, and reading. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 706–718. <https://doi.org/10.1037/edu0000625>
- Quintero-López, C., Gil-Vera, V. D., Bolívar-Villamil, L., Mazo-Benítez, K. C., Serna-Jaramillo, M., Ciro-Graciano, L. M., & Restrepo-Arias, K. C. (2022). Working memory in school children with dyslexia. A relational analysis. *Ocnos. Revista de Estudios Sobre Lectura*, 21(2), 1–11. <https://doi.org/10.18239/ocnos.2022.21.1.2886>

- Ramezani, M., Behzadipour, S., Pourghayoomi, E., Joghataei, M. T., Shirazi, E., & Fawcett, A. J. (2021). Evaluating a new verbal working memory-balance program: A double-blind, randomized controlled trial study on Iranian children with dyslexia. *BMC Neuroscience*, 22(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12868-021-00660-1>
- Ren, Y. (2021, October). The Effect of Working Memory Training on Children with Reading Disabilities. In *2021 International Conference on Public Relations and Social Sciences (ICPRSS 2021)* (pp. 392-394). Atlantis Press. <https://doi.org/10.30473/CLPSY.2019.43389.1382>
- Rhodes-Sanders, L. L. (2020). *Executive Function and Working Memory Deficits in Special Education Students with Specific Learning Disabilities, Specific Learning Disabilities, and Attention Deficit Hyperactive Disorders in a Large Urban North Texas School District* [Doctoral dissertation, Texas Wesleyan University].
- Rotta, N. T., Bridi Filho, C. A., & de Souza Bridi, F. R. (2018). *Plasticidade cerebral e aprendizagem: Abordagem multidisciplinar* (1ª ed., pp. 1–336). Artmed Editora. ISBN 978-85-8271-508-6
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to do a systematic review: A best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70, 747–770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>
- Sharifi, S., & Rezaei, S. (2018). The Effectiveness of Working Memory Training on Reading Difficulties among Students with Reading Disorder. *Iranian Journal of Learning & Memory*, 1(1), 43–54. <https://doi.org/10.22034/iepa.2018.77427>
- Sharma, N., Srivastav, A. K., & Samuel, A. J. (2020). Ensaio clínico randomizado: Padrão ouro de desenhos experimentais-importância, vantagens, desvantagens e preconceitos. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*, 10(3), 512–519. <https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v10i3.3039>
- Shaywitz, S. E., Morris, R., & Shaywitz, B. A. (2008). The education of dyslexic children from childhood to young adulthood. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 451–475. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103>
- Smith, R. J. (2022). Working memory training and explicit teaching: A transdisciplinary approach to reading intervention. [Doctoral dissertation, Australian Catholic University]. <https://doi.org/10.26199/acu.8x51z>

- Snowling, M. J., & Hulme, C. (2012). Annual research review: The nature and classification of reading disorders—a commentary on proposals for DSM-5. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *53*(5), 593–607. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02495.x>
- Snowling, M. J., & Hulme, C. (2021). Annual research review: Reading disorders revisited—the critical importance of oral language. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *62*(5), 635–653. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13324>
- Sterne, J. A., Hernán, M. A., Reeves, B. C., Savović, J., Berkman, N. D., Viswanathan, M., ... & Higgins, J. P. (2016). ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *bmj*, *355*. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>
- Sterne, J. A., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I., Christopher J. C., Cheng, H.Y., Corbett, M., Eldridge S. M., Emberson, J., Hernán, A. M., Hopewell, S., Hróbjartsson, A., Junqueira, D., Jüni, P., Kirkham, J. J., Lasserson, T., Li, T., McAleenan, A., Reeves, B., & ... Higgins, J. P. (2019). RoB 2: A revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, *366*. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>
- Swanson, H. L., & Sachse-Lee, C. (2001). A subgroup analysis of working memory in children with reading disabilities: Domain-general or domain-specific deficiency? *Journal of Learning Disabilities*, *34*(3), 249–263. <https://doi.org/10.1177/002221940103400305>
- Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, *101*(2), 192–212. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.2.192>
- Wang, J., Wu, K. C., Mo, J., Wong, W. L., Siu, T. S. C., McBride, C., Chung, K. K. H., Wong P. C. M., & Maurer, U. (2021). Remediation of a phonological representation deficit in Chinese children with dyslexia: A comparison between metalinguistic training and working memory training. *Developmental Science*, *24*(3), 13065. <https://doi.org/10.1111/desc.13065>
- Wechsler, D. (2003). Wechsler Intelligence Scale for Children—fourth edition (WISC-IV). Psychological Corporation.
- Yang, X., McBride, C., Ho, C. S. H., & Chung, K. K. H. (2020). Longitudinal associations of phonological processing skills, Chinese word reading, and arithmetic. *Reading and Writing*, *33*(7), 1679–1699. <https://doi.org/10.1007/s11145-019-09998-9>

- Yang, X., & McBride, C. (2020). How do phonological processing abilities contribute to early Chinese reading and mathematics? *Educational Psychology*, *40*(7), 893–911. <https://doi.org/10.1080/01443410.2020.1771679>
- Yang, J., Peng, J., Zhang, D., Zheng, L., & Mo, L. (2017). Specific effects of working memory training on the reading skills of Chinese children with developmental dyslexia. *PLOS One*, *12*(11), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186114>
- Zhang, J. (2019). Cognitive functions of the brain: Perception, attention and memory. *IFM Lab*, 1–33. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1907.02863>
- Zhang, J., Zhang, L. M., & Tang, W. H. (2011). New methods for system reliability analysis of soil slopes. *Canadian Geotechnical Journal*, *48*(7), 1138–1148. <https://doi.org/10.1139/t11-009>
- Zugarramurdi, C., Fernández, L., Lallier, M., Valle-Lisboa, J. C., & Carreiras, M. (2022). Mind the orthography: Revisiting the contribution of prereading phonological awareness to reading acquisition. *Developmental Psychology*, *58*(6), 1003–1016. <https://doi.org/10.1037/dev0001341>