

MESTRADO
PSICOLOGIA

Treino computadorizado de memória de trabalho em crianças e adolescentes com Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção

Elsa da Silva

M

2021



Universidade do Porto
Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação

**TREINO COMPUTORIZADO DE MEMÓRIA DE TRABALHO EM CRIANÇAS E
ADOLESCENTES COM PERTURBAÇÃO DE HIPERATIVIDADE E DÉFICE DE
ATENÇÃO**

Elsa da Silva

Setembro 2021

Dissertação apresentada no Mestrado Integrado de Psicologia,
Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da
Universidade do Porto, orientada pelo Professor Doutor Nuno
Gaspar (FPCEUP).

AVISOS LEGAIS

O conteúdo desta dissertação reflete as perspectivas, o trabalho e as interpretações do autor no momento da sua entrega. Esta dissertação pode conter incorreções, tanto conceptuais como metodológicas, que podem ter sido identificadas em momento posterior ao da sua entrega. Por conseguinte, qualquer utilização dos seus conteúdos deve ser exercida com cautela.

Ao entregar esta dissertação, o autor declara que a mesma é resultante do seu próprio trabalho, contém contributos originais e são reconhecidas todas as fontes utilizadas, encontrando-se tais fontes devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção de referências. O autor declara, ainda, que não divulga na presente dissertação quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor ou de propriedade industrial.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor Nuno Gaspar, pela disponibilidade, pelo profissionalismo, pela partilha de conhecimento, pelas críticas construtivas, e pelo incentivo.

Ao meu pai, por permitir que este sonho se tornasse realidade, pelo orgulho demonstrado e pela força dada nos momentos mais difíceis.

À minha querida mãe, a quem as palavras não são suficientes, obrigada por acreditares em mim. Obrigada por todos os valores que me transmitiste, por seres o meu porto seguro e por vibrares comigo em todas as minhas conquistas.

Aos meus avós maternos, para mim eternos, por todo o amor e apoio, por todos os mimos, por serem exemplos de força e por tornarem a minha vida mais bonita.

Ao meu tio Paulo, que partiu cedo demais, por me mostrar que a vida é breve e que devemos lutar pelos nossos sonhos por muito difíceis que sejam de alcançar.

Às minhas colegas de curso Micaela, Rita Silva e Rita Batista, pelas gargalhadas, pela entreaajuda, por todas as memórias felizes. Obrigada por serem as melhores companheiras.

À minha amiga Leandra, por amparar as minhas quedas e secar as minhas lágrimas. Que o oceano que nos separa não impeça que continuemos a caminhar juntas e que o sucesso esteja de mãos dadas connosco. Este percurso não teria sido tão incrível sem ti.

À Dra. Ana Lúcia Pinto, por despertar em mim o interesse pela Neuropsicologia, pelas palavras reconfortantes e pela ajuda. Serei eternamente grata.

À Universidade do Porto e à cidade do Porto, pelas histórias e memórias que me fazem querer ficar para sempre estudante, pelos segredos que levo comigo para a vida.

Resumo

A PHDA (Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção) é uma perturbação neurodesenvolvimental marcada por sintomas persistentes de desatenção, hiperactividade e/ou impulsividade. O quadro clínico de crianças e adolescentes diagnosticadas com a esta perturbação centra-se em dificuldades a prestar atenção, em inibir impulsos, conter movimentos e regular o comportamento, cujas consequências e gravidade poderão resultar em dificuldades na comunicação, na funcionalidade e sociabilização do indivíduo. Relativamente ao perfil neuropsicológico de crianças e adolescentes diagnosticadas com PHDA, observa-se na literatura que, os principais sintomas devem-se a défices no funcionamento executivo, sobretudo no domínio da memória de trabalho.

A presente revisão sistemática da literatura teve como objetivo geral analisar o que as evidências científicas documentam sobre os efeitos dos programas de treino cognitivo computadorizados, na memória de trabalho, em crianças e adolescentes com PHDA. A fim de cumprir os objetivos propostos, recorreu-se à pesquisa em sete bases de dados, resultando na extração de 367 artigos. Após a eliminação de artigos duplicados, restaram 309 artigos. Cumprindo o processo de seleção com base nas diretrizes do PRISMA e dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, 15 artigos foram incluídos na presente revisão sistemática.

Os principais resultados desta revisão sistemática demonstraram que o recurso a um programa de treino cognitivo computadorizado em crianças com PHDA pode ser um tratamento complementar eficaz nos sintomas da PHDA, tendo-se verificado melhorias significativas nas funções executivas, nomeadamente na memória de trabalho.

Palavras-chave: Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção; PHDA; Memória de Trabalho; Treino Cognitivo Computorizado; Treino Cognitivo

Abstract

ADHD (Hyperactivity Disorder and Attention Deficit) is a neurodevelopmental disorder marked by persistent symptoms of inattention, hyperactivity, and/or impulsivity. The clinical condition of children and adolescents diagnosed with this disorder focuses on difficulties to pay attention, inhibit impulses, contain movements and regulate behavior, the consequences and severity of which may result in difficulties in communication, functionality and socialization of the individual in relation to the neuropsychological profile of children and adolescents diagnosed with ADHD, it is observed in the literature that, the main symptoms are due to deficits in executive functioning, especially in the field of working memory.

The present systematic review of the literature aimed to analyze what scientific evidence documents on the effects of computerized cognitive training programs on working memory in children and adolescents with ADHD. In order to meet the proposed objectives, research was used in seven databases, resulting in the extraction of 367 articles. After the elimination of duplicate articles, 309 articles remained. Fulfilling the selection process based on PRISMA guidelines and established inclusion and exclusion criteria, 15 articles were included in this systematic review.

The main results of this systematic review demonstrated that the use of a computerized cognitive training program in children with ADHD can be an effective complementary treatment in PHDA symptoms, and there have been significant improvements in executive functions, particularly in working memory.

Keywords: Hyperactivity Disorder and Attention Deficit; PHDA; Working Memory; Computerized Cognitive Training; Cognitive Training

Resumé

Le TDAH (Trouble d'hyperactivité et déficit de l'attention) est un trouble neurodéveloppemental marqué par des symptômes persistants d'inattention, d'hyperactivité et/ou d'impulsivité. L'état clinique des enfants et des adolescents diagnostiqués avec ce trouble se concentre sur les difficultés à prêter attention, inhiber les impulsions, contenir les mouvements et réguler le comportement, dont les conséquences et la gravité peuvent entraîner des difficultés de communication, de fonctionnalité et de socialisation de l'individu par rapport au profil neuropsychologique des enfants et des adolescents diagnostiqués avec le TDAH, il est observé dans la littérature que, les principaux symptômes sont dus à des déficits du fonctionnement exécutif, en particulier dans le domaine de la mémoire de travail.

La présente revue systématique de la littérature visait à analyser les documents scientifiques sur les effets des programmes d'entraînement cognitif informatisés sur la mémoire de travail chez les enfants et les adolescents atteints de TDAH. Afin d'atteindre les objectifs proposés, la recherche a été utilisée dans sept bases de données, ce qui a permis d'extraire 367 articles. Après l'élimination des articles en double, il restait 309 articles. Conformément au processus de sélection basé sur les lignes directrices de prisma et les critères d'inclusion et d'exclusion établis, 15 articles ont été inclus dans cette revue systématique.

Les principaux résultats de cette revue systématique ont démontré que l'utilisation d'un programme d'entraînement cognitif informatisé chez les enfants atteints de TDAH peut être un traitement complémentaire efficace dans les symptômes de PHDA, et il y a eu des améliorations significatives dans les fonctions exécutives, en particulier dans la mémoire de travail.

Mots-clés : Trouble d'hyperactivité et déficit de l'attention; PHDA; Mémoire de travail; Entraînement cognitif informatisé; Entraînement cognitif

Índice

Conteúdo

AVISOS LEGAIS	1
Agradecimentos	2
Resumo	3
Abstract	4
Resumé	5
Índice	6
1. Enquadramento conceptual.....	8
1.1. A Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção	8
1.2. Memória	10
1.3. Memória de trabalho	11
1.4. Modelo dos Múltiplos Componentes da MT e os seus componentes	12
1.5. Perfil neuropsicológico na PHDA	13
1.6. Relação entre PHDA e MT	14
2. Método.....	18
2.1. Tipo de Estudo.....	18
2.2. Estratégia de pesquisa	18
2.3. Critérios de elegibilidade	19
2.4. Seleção dos artigos e extração dos dados	19
2.5. Avaliação da qualidade dos estudos: QualSyst	20
3. Resultados	22
3.1. Estudos Elegíveis (n=15): Caracterização dos estudos	22
3.2. Características e Efeitos da Intervenção	23
4. Discussão	33
5. Conclusão	37
Referências.....	38
ANEXOS	45

Índice de Anexos

Anexo A. Fluxograma (PRISMA)

Anexo B. Checklist for assessing the quality of quantitative studies – QualSyst (Kmet et al., 2004)

Anexo C. Indicadores de qualidade dos estudos da revisão sistemática – QualSyst

1. Enquadramento conceptual

1.1. A Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção

A PHDA é uma desordem neurodesenvolvimental que afeta o controlo do comportamento e da atenção (Gonçalves et al., 2013), marcada por “um padrão persistente de desatenção e/ou hiperatividade-impulsividade”, mais frequente e grave que o habitual para indivíduos com o mesmo grau de desenvolvimento (American Psychiatric Association, 2013). É um dos quadros mais prevalentes na faixa etária das crianças, manifesta-se na infância e prolonga-se frequentemente pela idade adulta, em que, afeta cerca de 50% dos adultos a quem foi feito o diagnóstico na infância (Wigal et al., 2010; Barkley, 2015;). Durante muitas décadas a ideia de que a PHDA pode persistir até à idade adulta foi recebida com ceticismo (Biederman & Faraone, 2005), no entanto, Faraone et al. (2005), realizaram uma meta-análise que fornece uma estimativa clara da persistência da PHDA desde a infância até à idade adulta. Apesar das oscilações nos valores patenteados na literatura, estima-se que a PHDA esteja presente entre 5% a 7% da população infanto-juvenil mundial (Rooney & Pfiffner, 2018) e na população adulta entre 3% a 4% (Poissant et al., 2019).

De acordo com a literatura, existe uma prevalência maior da PHDA no sexo masculino em comparação ao sexo feminino, com um rácio aproximadamente de 2:1 (Polanczyk & Rohde, 2007; Neto, 2014). Em contrapartida, existe a opinião de que o que varia entre os sexos não é a prevalência da PHDA, mas sim a sua expressão sintomática. Sendo que, no sexo feminino predomina a desatenção e no sexo masculino predomina a impulsividade e hiperatividade que, são mais fáceis de identificar e desta forma, as raparigas seriam sub-diagnosticadas e, consequentemente, menos tratadas (Staller & Faraone, 2006).

Posto isto, a expressão de sintomas da PHDA pode variar de sujeito para sujeito, na medida em que é possível que um sujeito exiba somente sintomas de hiperatividade-impulsividade, desatenção ou ambos (APA, 2013). O diagnóstico desta patologia é clínico e assenta em critérios definidos no DSM-V. Atendendo às duas grandes manifestações possíveis na PHDA, de acordo com o DSM-V (APA, 2013), a PHDA pode ser agrupada em três formas de apresentação clínica: (1) Predominantemente de desatenção se está preenchido o critério de desatenção (Critério A1) mas não o critério hiperatividade-impulsividade (Critério A2) durante os últimos 6 meses, (2) Predominantemente de

hiperatividade-impulsividade, se está preenchido o critério hiperatividade-impulsividade (Critério A2) e não o critério de desatenção (Critério A1) durante os últimos 6 meses, (3) Misto ou Combinada quando os critérios de desatenção (Critério A1) e hiperatividade-impulsividade (Critério A2) estão preenchidos, nos últimos 6 meses.

A etiologia da PHDA ainda levanta algumas controvérsias. Contudo, assistimos a um crescimento galopante dos estudos sobre esta perturbação do desenvolvimento, de modo a ser possível conhecer melhor as suas causas e a sua evolução. Hoje em dia sabe-se que a natureza da PHDA é multifatorial, há, pois, um conjunto de fatores no surgimento e expressão dos sintomas típicos desta perturbação, uns com maior influência que outros (Biederman, 2005; Faraone et al., 2015). Entre os quais sobressaem os fatores genéticos a rondarem os 70% a 80% do risco de desenvolver PHDA (Faraone et al., 2015), fazendo desta uma das perturbações do neurodesenvolvimento com maior carga hereditária (Tarver et al., 2014; Rooney & Pfiffner, 2018).

Evidências mais recentes baseadas nas técnicas de neuroimagem, apontam também os fatores neurobiológicos, referentes a alterações neuroanatômicas e/ou estruturais e/ou funcionais, como principais contribuidores para a perturbação, como é exemplo a redução da massa cinzenta, a diminuição volumétrica em regiões cerebrais específicas, a redução da atividade neuro elétrica e a disfunção dos lobos frontais (Barkley, 2006; Faraone et al., 2015; Greve et al., 2015).

Por último, os fatores psicossociais e contextuais que, embora não se reconheça uma correlação direta entre o contexto sociocultural e a PHDA, e por isso não sejam considerados fatores etiológicos primários, estes fatores podem precipitar ou agravar a sintomatologia da perturbação, desta forma, há um conjunto de fatores de risco que devem ser equacionados como por exemplo o baixo nível socioeconómico, as práticas parentais, as circunstâncias pré-natais, a prematuridade, a exposição a toxinas e os défices nutricionais (Biederman, 2005; Thapar et al., 2012; Faraone et al., 2015).

A PHDA trata-se de uma perturbação complexa que ao longo do desenvolvimento associa-se a um grau de interferência no funcionamento interpessoal, vida quotidiana e qualidade de vida de um indivíduo, podendo provocar um défice clinicamente significativo em múltiplos contextos do indivíduo incluindo o social, académico e profissional (APA, 2013). Quando não é implementada uma intervenção adequada, as crianças e adolescentes diagnosticadas com esta perturbação, tendem a apresentar baixos níveis de escolaridade, maiores níveis de abandono escolar, alterações no desenvolvimento emocional, conflitos

familiares e baixa autoestima, na idade adulta a PHDA, está associada a maiores percentagens de abuso de substâncias, criminalidade, dificuldades nos relacionamentos e na vida profissional (Fried et al., 2016).

1.2. Memória

A memória é uma das funções cognitivas mais importantes (Pinto, 2011), define o ser humano como um ser pensante e é responsável pela sua identidade pessoal (Lieury, 2001; Moraes & Daker 2008). Apresenta-se como um processo constituído por três fases de processamento: a codificação, onde ocorre a formação de uma representação interna da estimulação sensorial de forma a ser armazenada na memória, o armazenamento, como o nome indica, consiste no armazenamento da informação e por último a fase de recuperação de informação, responsável pelo acesso à informação retida na memória, através dos processos de evocação e reconhecimento (Davidoff, 2001; Pinto, 2008).

Embora pareça um processo simples não o é, entende-se memória humana como um conceito multifacetado, a memória em si, não é uma única identidade e apresenta diferentes níveis (Lieury, 1993; Halder & Mahato, 2019). Segundo o Modelo Modal do Processamento de Informação de Atkinson e Shiffrin postulado em 1968, a memória humana é constituída por três registos ou componentes principais: memória sensorial, a memória de curto-prazo e a memória de longo-prazo. De acordo com este modelo, a memória sensorial refere-se ao armazenamento inicial e momentâneo da informação do meio ambiente, provenientes dos nossos sentidos. Esta é inicialmente retida de forma desorganizada e por um curto período de tempo. A memória sensorial é comparada a uma fotografia instantânea que armazena informação durante frações de segundo após a representação do estímulo desaparecer (Feldmam, 2001). Posteriormente, a memória de curto-prazo, que consiste em um sistema de armazenamento temporário (15 a 30 segundos), recebe a informação que foi por breves momentos registada na memória sensorial. Na memória de curto-prazo, a informação é processada e caso seja suficientemente processada será registada na memória de longo-prazo, que possui uma capacidade de armazenamento ilimitada (Pinto, 2011). O armazenamento de informação na memória de longo-prazo efetua-se pela sua repetição (Davidoff, 2001). Assim, a informação circula entre estes 3 componentes principais da memória, de forma unidirecional (Pinto, 2008).

De acordo com alguns autores, a memória de curto-prazo deveria ser considerada como

MT (memória de trabalho) (Baddeley & Hitch, 1974).

1.3. Memória de trabalho

A MT é considerada um sistema de armazenamento temporário, sob o controle da atenção (Baddeley, 2007), e refere-se ao sistema ou sistemas que se assumem necessários para reter e manipular a informação na mente, enquanto tarefas complexas como raciocínio, compreensão e aprendizagem, estão a ser executadas (Baddeley, 1986; Dehn, 2011). É também considerada, por alguns autores, como um espaço de trabalho mental para recuperar e manipular informações ativadas da memória de longo-prazo (Richardson, 1996; Stoltzfus et al., 1996). Existem na literatura vários estudos que descrevem e evidenciam a importância da MT no desempenho de tarefas dependentes de funções cognitivas superiores, e por isso apresenta-se como uma componente essencial na cognição humana (Guerreiro et al., 2012; Ozimic, A. S., 2020). Ocorre pela interface entre percepção, memória de curto prazo, memória de longo prazo e ações dirigidas a objetivos, permitindo planejar e guiar comportamentos (Baddeley, 2007).

O termo MT, na sua designação inglesa “*working memory*” foi introduzido pela primeira vez por Miller, Galanter e Pribram em 1960 (Baddeley, 2010). Desde então, foram vários os autores que desenvolveram modelos da MT, apresentando diferentes perspetivas teóricas, onde se salientam características comuns que sustentam a defesa de que a memória não é um sistema unitário. Dentro dos modelos explicativos da MT merece grande credibilidade o Modelo dos Múltiplos Componentes de Baddeley e Hitch (1974), um dos mais conhecidos e ainda aceite nos dias de hoje, que tem servido como referência para várias investigações e estudos experimentais relativos à memória (Ferreira, 2009).

Baddeley e Hitch, 1974, ao proporem o Modelo dos Múltiplos Componentes da MT vieram revolucionar a visão rígida e dicotómica da memória como sendo de curto prazo ou de longo prazo (Chai et al., 2018). Os autores utilizaram o termo MT no âmbito do conceito simplista de memória de curto-prazo, enaltecendo as funções cognitivas que aqui ocorrem, ou seja, para além do armazenamento temporário da informação, a MT processa e seleciona a informação para uma futura utilização em resolução de tarefas e problemas, nomeadamente as/os com maior complexidade e grau de novidade (Baddeley & Hitch, 1974)

1.4. Modelo dos Múltiplos Componentes da MT e os seus componentes

Originalmente o Modelo dos Múltiplos Componentes da MT (Baddeley & Hitch, 1974), definiu-se como um modelo tripartido e descreve a MT como um sistema composto por dois sistemas de apoio, o Ciclo Fonológico (*phonological loop*) e o Bloco de Notas Espaço-Visual (*visuospatial sketchpad*) encarregados da atualização de informações na memória de modalidades diferentes, e um sistema constituído por um componente central, o Sistema Diretivo Central (*central executive*) que controla, coordena e regula os sistemas de apoio (Guerreiro et al., 2012; Ozimic, 2020).

Para além destes três componentes da MT, Baddley (2000) introduziu um quarto componente, designado de Registo-Tampão Episódico, que seria uma interface entre os dois sistemas de apoio e a memória de longo-prazo (Guerreiro et al., 2012).

De acordo com Baddeley (2000), o sistema diretivo central, considerado o componente mais complexo do Modelo dos Múltiplos Componentes da MT (Baddeley, 2012), é o principal responsável pelo controlo da atenção e desempenha as funções selecionar e executar planos e estratégias, atenção seletiva, flexibilidade mental e capacidade de evocar informações armazenadas na memória de longo-prazo. De uma forma geral, o sistema diretivo central faz a interação/ligação entre a informação que está a ser processada e a que está na memória de longo prazo. É por esta razão que, é difícil dissociar os mecanismos de atenção dos mecanismos de memória. A atenção, assim como a perceção, têm um papel fundamental no armazenamento da informação, se não formos capazes de prestar atenção, por défices no sistema diretivo central, dificilmente conseguimos armazenar a informação (Ferreira, 2009)

Durante a execução de tarefas cognitivas, o sistema diretivo central é responsável pela coordenação de dois componentes da MT: o bloco de notas espaço-visual e o ciclo fonológico (Baddeley, 1986). O bloco de notas espaço-visual apresenta capacidade limitada e é responsável pelo processamento e armazenamento de informações visuais (e.g. forma, cor, textura) e espaciais (e.g. localização). O ciclo fonológico, por sua vez, tem como principal função o processamento e armazenamento de informações verbais, auditivas ou visuais. É composto por dois subcomponentes: o sistema de armazenamento fonológico que, como o nome indica, é responsável pelo armazenamento da informação verbal; e o sistema de repetição subvocal responsável pela conservação fonológica através da repetição interna da informação (Baddley, 2002, Ferreira 2009).

Por último, como supramencionado, o registo tampão episódico surge como a interface entre os dois subcomponentes já referidos e a memória de longo-prazo (Baddeley, 2000; Guerreiro et al., 2012). Assim, assume a função de integrar a informação multimodal, proveniente do ciclo fonológico e do bloco de notas espaço-visual, e armazenar temporariamente a informação proveniente das diferentes modalidades sensoriais (Baddeley, 2000). O registo tampão episódico, embora seja um processo independente encontra-se totalmente dependente da capacidade limitada do sistema executivo central, na medida em que, os processos de codificação e armazenamento de informações provenientes do ciclo fonológico e do bloco de notas espaço-visual exigem os recursos de atenção existentes no sistema diretivo central (Ferreira, 2009)

Desta forma, este modelo conta com quatro componentes que assumem o armazenamento e atualização de informações de múltiplos domínios específicos (Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000, 2003).

1.5. Perfil neuropsicológico na PHDA

Relativamente ao perfil neuropsicológico de crianças e adolescentes diagnosticadas com PHDA, observa-se na literatura que, os sintomas reportados na PHDA são fruto de défices em alterações no funcionamento executivo (Willcutt et al., 2005; Nigg, 2006; Martel, 2007; Kasper et al., 2012; Barkley, 2015).

A nível neuroanatômico as funções executivas (FE) localizam-se no lobo frontal, mais especificamente no córtex pré-frontal (Luria, 1996; Blair, 2016). No entanto, a acompanhar o aparecimento e melhoria das medições cerebrais *in vivo*, como é exemplo as técnicas de neuroimagem, surgem os estudos que relatam que as FE não se restringem apenas aos lobos frontais (Rabinovici et al., 2015; Blair, 2016). As funções do córtex pré-frontal, referentes às FE, são sim o resultado das inúmeras conexões aferentes e eferentes com quase todas as outras partes do sistema nervoso central (Fuster, 2001). Deste modo, o funcionamento executivo apresenta-se como um constructo complexo e de difícil definição. O termo FE refere-se a uma constelação de habilidades cognitivas que permitem um comportamento independente, intencional e autodirigido (Lezak et al., 2004). Apesar de não haver um consenso na definição do conceito, as FE são definidas como um conjunto de capacidades cognitivas complexas, de ordem superior, que estão na base da capacidade para responder de forma adaptativa às exigências de novas situações (Miller & Cohen, 2001), são por isso, habilidades essenciais, capazes de influenciar aspetos cognitivos, sociais e o

desenvolvimento psicológico (Diamond, 2012; Khoury & Milligan, 2016).

Segundo Lezak e colaboradores (2004), perturbações no funcionamento executivo traduzem-se em dificuldades ou incapacidade de realizar tarefas de planeamento, atenção, estabelecer prioridades e controlar reações emotivas. Existe na literatura, acordo entre os autores que, associado às FE, encontramos um vasto leque de processos cognitivos (e.g. memória de trabalho, planeamento, fluência, flexibilidade cognitiva, inibição de resposta, capacidade de organização e velocidade de processamento) e emocionais (Lehto et al., 2003; Jurado & Rosselli, 2007; Diamond, 2013; Blair, 2016), sendo que, a deterioração destas funções, em fases precoces do desenvolvimento, está associada a múltiplas patologias neurodesenvolvimentais, como é exemplo da PHDA (Barkley, 2006).

1.6. Relação entre PHDA e MT

São vários os estudos que referem alterações no FE de crianças diagnosticadas com PHDA, nomeadamente nas funções associadas à MT (Barkley, 1997; Willcutt et al., 2005; Martinussen et al., 2005; Campos, 2009; Kasper et al., 2012; Schreiber et al., 2014; Moore & Ledbetter, 2017; Areces et al., 2018; Kofler et al., 2020). Estudos iniciais sugeriam que cerca de 50% das crianças e adolescentes com PHDA apresentavam alterações significativas nas funções executivas (Biederman et al., 2004). Mais recentemente novas evidências, baseadas na realização de uma meta-análise, indicam que os défices na MT, estão presentes em aproximadamente 80% das crianças e adolescentes diagnosticadas com PHDA (Kasper et al., 2012; Rapport et al., 2013).

Moore e Ledbetter (2017) com o objetivo de traçar o perfil cognitivo da PHDA realizaram uma das maiores investigações nesta área. A amostra deste estudo foi constituída por mais de 5.000 crianças e adultos diagnosticadas com PHDA. Os resultados apontaram que os maiores défices cognitivos associados à PHDA se encontram na MT, na memória de longo-prazo e na velocidade de processamento, tanto para crianças como para adultos.

Também, Martinussen et al. (2005) visaram determinar a evidência empírica dos défices na MT em crianças e adolescentes com PHDA. Para isso, os autores conduziram uma meta-análise com uma amostra constituída por 26 estudos empíricos publicados entre 1997 e 2003 que, avaliassem pelo menos uma componente da MT em crianças e adolescentes diagnosticadas com PHDA, com idades compreendidas entre os 4 e os 18 anos. Os resultados obtidos indicam que as crianças diagnosticadas com PHDA, quando comparadas com os participantes dos grupos de controlo (com normal nível de desenvolvimento), apresentam

défices em múltiplos componentes da MT. Em uma meta-análise realizada por Willcut et al., (2005) com o intuito de verificar se existem alterações no funcionamento executivo na PHDA constatou-se que indivíduos com PHDA quando comparados com os grupos de controlo, apresentam alterações significativas em vários domínios das funções executivas, nomeadamente nas medidas de inibição de resposta, MT e planeamento.

Martel, Nikolas e Nigg (2007), conduziram uma investigação com o objetivo de esclarecer quais as componentes do funcionamento executivo se encontram alteradas na PHDA e se as diferentes apresentações clínicas da PHDA (subtipo desatento e subtipo combinado) diferem entre si no que concerne ao funcionamento executivo, em crianças e adolescentes, com idades compreendidas entre os 8 e os 14 anos de idade. Esta investigação contou com uma amostra constituída por dois grupos, um grupo constituído por 50 participantes diagnosticados com PHDA, e um grupo de controlo constituído por 44 indivíduos. Todos os participantes eram do sexo masculino. Neste estudo foram avaliados os cinco principais domínios das funções executivas: a MT, planeamento, fluência verbal, flexibilidade e inibição de resposta. No que concerne à MT, os resultados obtidos revelam que existem diferenças estatisticamente significativas entre o grupo com PHDA e o grupo de controlo, tanto na memória de trabalho visual como fonológica. Os resultados obtidos por Kasper et al. (2012), vão ao encontro destes dados. Os autores debruçaram-se na realização de uma meta-análise com o intuito de identificar as variáveis moderadoras responsáveis pela heterogeneidade existentes entre estudos que avaliam a memória de trabalho visual e a memória de trabalho fonológica. Um dos principais resultados desta investigação sugere que as crianças e adolescentes com PHDA apresentam défices estatisticamente significativos em ambos os domínios da MT, visual e fonológica, quando comparados com crianças e adolescentes dos grupos de controlo. Adicionalmente, Rapport et al. (2008), baseados no modelo dos multicomponentes da MT de Baddeley e Hitch (1974), conduziram uma investigação com o objetivo de apurar quais os componentes da MT estavam alterados em crianças e adolescentes diagnosticados com PHDA. Os resultados deste estudo revelaram que os défices da MT associados com a PHDA, se verificam nos 3 componentes, no ciclo fonológico, no bloco de notas espaço-visual e no sistema diretivo central, sendo estes défices mais evidentes no sistema diretivo central.

Posto isto, os défices evidentes na MT, reportados na PHDA, têm sido fortemente associados com dificuldades de aprendizagem e consequentemente ao insucesso académico, uma vez que várias atividades académicas dependem do normal funcionamento da MT como por exemplo a leitura, resolução de problemas matemáticos (Biederman et al., 2004;

Gathercole et al., 2004; Gomez et al., 2014; Schreiber et al., 2014; Areces et al., 2018). Adicionalmente, e de acordo com alguns autores, a MT é fundamental para o normal funcionamento dos processos da atenção, inibição e funções executivas (Alloway & Alloway, 2010).

Apesar de limitados, vários tratamentos têm sido propostos para a PHDA e as evidências apontam para o uso da farmacologia (e.g. metilfenidato e atomoxetina), como primeira linha de intervenção (Wolraich et al., 2011). Apesar da grande evidência documentada dos seus benefícios, o tratamento farmacológico também apresenta algumas limitações (Wolraich, 2007). Por conseguinte, as intervenções não farmacológicas, têm surgido como uma possível alternativa ou como um complemento ao tratamento farmacológico, como é exemplo o treino cognitivo (Moore & Ledbetter, 2019) que devido aos processos de plasticidade cerebral, pode melhorar vários domínios do funcionamento cognitivo (Vinogradov et al., 2012).

No domínio do treino cognitivo, como possível intervenção para a PHDA, é o treino da MT que tem recebido mais atenção, isto porque de acordo com a literatura existente, treinar as componentes da MT, pode melhorar a capacidade desta, de outras funções executivas e dos sintomas comportamentais frequentes na PHDA (Baddeley, 2007) e também porque, como já referido anteriormente, cerca de 80% das crianças e adolescentes diagnosticados com PHDA apresentam défices na MT (Kasper et al., 2012; Rapport et al., 2013). O efeito do treino cognitivo na MT, foi estudado com recurso às técnicas de neuroimagem por Olesen et al. (2004). Neste estudo jovens e adultos saudáveis foram avaliados, antes e depois do treino cognitivo, enquanto realizavam uma tarefa que envolvia a MT. Os resultados revelaram que o treino cognitivo melhorou o desempenho na MT e resultou num aumento da atividade cerebral nos córtices dorsolaterais pré-frontal e parietal, indicando a plasticidade neuronal dos sistemas subjacentes à MT. Estas áreas corticais sobrepõem-se às regiões pré-frontais comprometidas na PHDA (Castellanos et al., 2002).

Por conseguinte, e tendo em conta que, existe na literatura uma convergência crescente das evidências sobre os benefícios do treino cognitivo na redução dos défices na MT associados a esta perturbação (Moore & Ledbetter, 2019), o objetivo deste estudo é atualizar e alargar os resultados de revisões sistemáticas anteriores, caracterizando a literatura atual existente sobre os efeitos das intervenções com treino cognitivo computadorizado, na MT, em crianças e adolescentes diagnosticadas com PHDA. Para tal, foi formulada a seguinte questão de investigação: O treino cognitivo computadorizado em crianças

e adolescentes diagnosticados com PHDA, reduz os défices evidentes existentes nesta perturbação na MT? Se sim, os ganhos terapêuticos mantêm-se ao longo do tempo?

2. Método

2.1. Tipo de Estudo

Este estudo enquadra-se na qualidade de revisão sistemática da literatura. Apresenta-se como um método de investigação, com o intuito de reunir evidências que se enquadrem com critérios de elegibilidade pré-definidos, para responder a uma questão de investigação específica (Chandler et al., 2020). É ainda caracterizada por ser metodologicamente abrangente, transparente e replicável (Donato & Donato, 2019). Assim, uma revisão sistemática da literatura visa utilizar métodos explícitos e sistemáticos, de modo a identificar, seleccionar e avaliar criticamente estudos e literatura relevantes já existentes (Moher et al., 2010; Chandler et al., 2020;). Desta forma, permite aos investigadores elaborar um resumo de todos os estudos originais sobre um determinado tema, com o objetivo de apresentar resultados pertinentes que possam orientar a pesquisa científica e a prática clínica no futuro (Donato & Donato, 2019).

Importa realçar que, a construção e consequente organização da presente revisão sistemática teve em consideração as diretrizes do *PRISMA Statement (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis)* (Moher et al., 2009). Assim, recorreu-se à *checklist* de 27 itens, que auxiliam o autor a cobrir todos os aspetos da revisão, e ao fluxograma de quatro etapas que, indica o número total de referências encontradas, quantos artigos foram excluídos nas várias fases, e quantos artigos foram integrados na revisão sistemática (Liberati et al., 2009).

2.2. Estratégia de pesquisa

Como método de pesquisa dos artigos a serem selecionados para a presente revisão sistemática da literatura, recorreu-se no dia 31 de fevereiro de 2021, pelas 16h, ao motor de busca EbscoHost e a sete bases de dados: APA PsycInfo, Academic Search Ultimate, ERIC, Psychology and Behavioral Sciences Collection, Education Source, APA PsycArticles e MEDLINE.

A pesquisa foi limitada aos últimos 10 anos e por isso restringida ao período compreendido entre 2010/2021, até ao mês de fevereiro de 2021. No que concerne aos termos de pesquisa, as combinações “*Working Memory*” AND “*Attention Deficit*

Hyperactivity Disorder” OR “ADHD” AND “*Cognitive Trainning*” OR “*Cognitive Rehabilitation*” OR “*Comput**” foram utilizadas para conduzir a investigação. O asterisco (*) em “*Comput*” foi utilizado com o propósito de substituir 0 ou mais caracteres e desta forma aceder a uma maior variabilidade de resultados com terminações distintas.

Todas as referências foram importadas para o EndNote X9, um software de gestão de referências bibliográficas, e para o Rayyan, um website desenvolvido para auxiliar investigadores na gestão de referencias bibliográficas, no contexto de revisões sistemáticas ou meta-análises (Ouzzani et al., 2016).

2.3. Critérios de elegibilidade

De modo a cumprir os objetivos da revisão sistemática da literatura, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão, a serem utilizados aquando da seleção dos artigos a integrar na investigação.

Posto isto, dentro dos critérios de inclusão encontram-se: (1) Estudos em que a amostra seja composta em 50% ou mais por crianças e/ou adolescente diagnosticados com PHDA; (2) Estudos que avaliem os efeitos de um ou mais programas de treino cognitivo computadorizado na MT; (3) Estudos que incluem grupos experimentais e/ou de controlo; (4) Estudos que incluem medidas quantitativas da MT pré e pós intervenção; (5) Estudos publicados em Inglês ou Português.

No que concerne aos critérios de exclusão foram estabelecidos os seguintes: (1) Estudos que envolvam outras técnicas de intervenção (e.g. neurofeedback, mindfulness); (2) Estudos com outra amostra que não a visada no presente trabalho; (3) Estudos que não apresentem medidas quantitativas da MT pré e pós intervenção; (4) Revisões sistemáticas e/ou meta-análises, capítulos de livros, dissertações ou estudos de caso; (5) Estudos publicados em outra língua sem ser Inglês ou Português; (6) Artigos que não estejam disponíveis em “*full text*” através das bases de dados.

Importante realçar que, estudos onde as crianças apresentem outras comorbilidades ou que estejam sob intervenção farmacológica, não foram excluídos.

2.4. Seleção dos artigos e extração dos dados

Um total de 367 artigos foram recolhidos das bases de dados, utilizando os termos de pesquisa supramencionados. Todos os artigos foram exportados para o EndNote X9, um

software de gestão de referências bibliográficas, onde se procedeu à eliminação de duplicados, resultando na redução da totalidade de artigos a 309. De acordo com as diretrizes do PRISMA, estes 309 artigos foram analisados, numa fase inicial, através do título e resumo, onde foram eliminados 258 artigos por não cumprirem os critérios de elegibilidade estabelecidos.

Por conseguinte, restaram 51 artigos para leitura integral, dos quais 36 foram eliminados devido aos seguintes critérios de exclusão: Revisões sistemáticas e/ou meta-análises, capítulos de livros, dissertações ou estudos de caso (9); Intervenção não consiste em um ou mais programas de treino cognitivo computadorizado na MT (14); Estudos que envolvam outras técnicas de intervenção (e.g. neurofeedback, mindfulness) (1); Estudos que não incluem crianças e/ou adolescentes diagnosticadas com PHDA (6); Estudos que não apresentam medidas quantitativas da MT pré e pós intervenção (4). Nesta fase foram ainda eliminados dois artigos que após leitura integral se verificou que se tratava de duplicados (2).

Desta forma, foram integrados para a presente revisão sistemática da literatura um total de 15 artigos. O processo de seleção dos estudos pode ser encontrado, de forma detalhada, no fluxograma elaborado segundo as diretrizes do PRISMA (Anexo A) (Moher et al., 2009).

2.5. Avaliação da qualidade dos estudos: QualSyst

Com o objetivo de avaliar a qualidade dos artigos a integrar na presente revisão sistemática da literatura, recorreu-se ao conjunto de critérios do sistema de avaliação QualSyst, para artigos quantitativos (Kmet et al., 2004). Os critérios de avaliação do QualSyst contribuem para classificar os estudos conforme a metodologia adotada, solidez e consistência na descrição dos dados e resultados (Kmet et al., 2004). O QualSyst, para artigos de natureza quantitativa é composto por 14 questões (Anexo B) que avaliam a metodologia utilizada em cada artigo selecionado, através da pontuação atribuída aos 14 parâmetros avaliados. Estas pontuações podem variar entre 0 e 2 pontos, de acordo com a avaliação e interpretação do investigador sendo: "sim" (2 pontos), "parcialmente" (1 ponto), "não" (0) e "N/A" quando a questão não se aplica ao artigo analisado (Kmet et al., 2004). A pontuação é calculada somando o total de pontos obtidos entre itens relevantes e dividindo pela pontuação total possível, sendo que a pontuação total mínima para a inclusão de estudos é de 0.55 (Wassenaar et al., 2014).

Deste modo, procedeu-se à atribuição da pontuação de cada parâmetro nos 15 artigos a integrar na revisão sistemática da literatura. Realizados os cálculos a pontuação total de cada artigo variou entre 0.76 e 0.92 (Anexo C). Assim, foi considerado que todos os artigos teriam boa qualidade e foram integrados na presente revisão sistemática da literatura.

3. Resultados

Através da pesquisa supramencionada, um total de 367 artigos foram identificados e exportados das bases de dados já referidas. Destes 367 artigos foram eliminados os duplicados, o que resultou num total de 309 artigos. Numa primeira análise, por título e *abstract*, foram eliminados 258 artigos por não cumprirem os critérios de elegibilidade estabelecidos. Por conseguinte, restaram 51 artigos para análise integral. Deste total, foram integrados para a presente revisão sistemática um total de 15 artigos.

De forma a sumariar e caracterizar os principais resultados, foi conduzida uma análise aprofundada dos 15 artigos, tendo sido elaborada uma tabela de apoio para tal efeito (Tabela 1).

3.1. Estudos Elegíveis (n=15): Caracterização dos estudos

Os 15 estudos incluídos nesta revisão sistemática foram publicados entre 2020 e 2012, distribuem-se pelos seguintes anos, 2020 (3) 2018 (1), 2017 (1), 2016 (2), 2015 (3), 2014(1), 2013 (2), 2012 (2), tendo sido conduzidos em 7 países distintos. Embora exista maior prevalência de estudos realizados nos EUA (6), os restantes distribuem-se por uma vasta variabilidade geográfica: Países Baixos (3), Canada (2), Noruega (1), Espanha (1), Dinamarca (1), Suíça (1). Repare-se aqui que nenhum estudo foi realizado a nível nacional.

Relativamente ao desenho de investigação, todos os estudos elegíveis para a presente revisão sistemática são quantitativos e caracterizados por serem Ensaios Clínicos Randomizados. No que se refere aos grupos de controlo, doze estudos compararam o grupo experimental com grupos de controlo ativos (e.g. diferentes intervenções, farmacologia), um estudo comparou o grupo experimental com grupo de controlo passivo (e.g. lista de espera, outras atividades escolares) e dois estudos compararam o grupo experimental com grupos de controlo ativos e passivos simultaneamente.

Quanto à dimensão das amostras, os 15 estudos, em conjunto, abrangem um total de 963 participantes, em que 263 são do sexo feminino e 700 são do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 5 e os 17 anos. Dos estudos integrados, onze incluíram amostras compostas por participantes que apresentavam comorbilidades e quatro estudos não especificaram se incluíram ou não participantes com comorbilidades. As comorbilidades

mais referidas foram a, Perturbação Desafiante de Oposição, Perturbação de Aprendizagem (e.g. discalculia e dislexia), Perturbação do Comportamento, Ansiedade, Depressão e Síndrome de Tourette.

Por último, apenas um estudo (Bigorra et al., 2015) integrou na sua amostra participantes que não estavam em tratamento farmacológico (e.g. metilfenidato), nos restantes 14 artigos foram incluídos na amostra participantes que se encontravam em tratamento farmacológico, com a condição de que esse tratamento farmacológico não fosse alterado durante a participação no estudo.

3.2. Características e Efeitos da Intervenção

A duração das intervenções variou de estudo para estudo, quanto ao número de sessões, caiu entre 6 e 60 sessões, e a duração de cada sessão de treino variou entre 15 e 90 minutos. O local de intervenção também variou de estudo para estudo, uma vez que a intervenção poderia ser em casa dos participantes, na escola ou em ambos os locais. Quando as intervenções ocorriam em casa, os pais eram os principais intervenientes na prestação de apoio durante as sessões. Por sua vez, as intervenções que tinham lugar na escola, eram conduzidas e monitorizadas por professores, psicólogos, investigadores ou assistentes de investigação com formação prévia.

Todos os estudos integrados na presente revisão sistemática da literatura utilizaram como intervenção, programas de treino cognitivo computadorizados, tendo sido este um dos critérios de elegibilidade. Adicionalmente, dois estudos associaram o exercício físico ao treino cognitivo (Wexler et al., 2020; Smith et al., 2020). No que se refere aos programas de treino cognitivo computadorizados utilizados, grande parte dos estudos recorreram ao *Cogmed Software* (Gray et al., 2012; Green et al., 2012; Hovik et al., 2013; Chacko et al., 2013; van Dongen-Boomsma et al., 2014; Bigorra et al., 2015; Dovis et al., 2015; van der Donk et al., 2015; Steeger et al., 2016; Bikic et al., 2017; Dentz et al., 2020), um estudo utilizou como intervenção o *Braingame Brian* (Dovis et al., 2015), um estudo recorreu ao *IBBS Intervention* (Smith et al., 2016), um ao *Scientific Brain Training Program* (Bikic et al., 2017), um ao *Central Executive Training* (Kofler et al., 2020), um estudo utilizou um treino cognitivo computadorizado desenvolvido pela Yale *Startup Company C8Sciences* (Wexler et al., 2020), e por último um dos artigos não referiu qual o programa de treino computadorizado utilizado, apenas refere que é um treino baseado na teoria da plasticidade cerebral e refere algumas características deste (Ackermann et al., 2018).

Quanto às medidas de resultados (*outcome measures*) os vários estudos recorreram a diferentes instrumentos para a avaliação da MT, conforme pode ser consultado na tabela 2. Os instrumentos mais adotados pelos diferentes autores para a avaliação das diferentes componentes da MT foram: (1) N-Back test, (2) Digit Span Test, (3) Spacial Span Test, (4) Corsi Block Tapping Task, (5) Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery, (6) Letter Number Sequencing.

No que concerne aos dados relativos aos resultados em cada estudo, a fim de determinar os efeitos dos programas de treino cognitivo computadorizados na MT, foi criada uma tabela (Tabela 2) onde são descritos os principais resultados dos 15 artigos incluídos na presente revisão sistemática da literatura. Dos 15 artigos incluídos, 12 encontraram melhorias estatisticamente significativas, na MT, após intervenção com treino cognitivo computadorizado (Gray et al., 2012; Green et al., 2012; Chacko et al., 2013; Hovik et al., 2013; Bigorra et al., 2015; Dovis et al., 2015; van der Donk et al., 2015; Steeger et al., 2016; Bikic et al., 2017; Ackermann et al., 2018; Kofler et al., 2020; Wexler et al., 2020) e apenas 3 estudos não encontraram melhorias estatisticamente significativas em nenhuma componente da MT, após intervenção (van Dongen-Boomsma et al., 2014; Dentz et al., 2020; Smith et al., 2020).

Por último, dos 15 artigos inseridos na presente revisão bibliográfica apenas 6 realizaram follow-up (Hovik et al., 2013; Bigorra et al., 2015; Dovis et al., 2015; Kofler et al., 2020; van der Donk et al., 2015; Wexler et al., 2020). O momento de *follow-up* variou entre 1 mês e 8 meses após o treino nos diferentes artigos. Destes 6, 5 relataram que os ganhos terapêuticos, verificados no momento pós-teste, se mantiveram no *follow-up* (Hovik et al., 2013; Bigorra et al., 2015; van der Donk et al., 2015; Kofler et al., 2020; Wexler et al., 2020) e apenas em 1 estudo os ganhos terapêuticos não se mantiveram no momento do *follow-up* (Dovis et al., 2015).

Tabela 1*Características dos artigos incluídos na revisão sistemática da literatura*

	País	Método	Amostra (n) (F/M) Idade	Grupo(s) de Comparação	Comorbidades	Tratamento Farmacológico	Intervenção	Duração /Intensidade	Local de Intervenção	Outcome Measures (MT)
Wexler et al. (2020)	USA	RTC	73 (25F/48M) Idade: 5-9	Ativo	Ansiedade, Depressão, Enurese, TEA, Dificuldades de Aprendizagem, ODD	Sim	TCC (Yale) + Exercício físico	60 x 90 min por semana (15 semanas)	Escola	NIH Toolbox Cognition Battery (List Sorting WM)
Dentz et al. (2020)	Canada	RTC	n = 36 (6F/30M) Idade: 7-13	Ativo	ODD, Dificuldades de Aprendizagem, Síndrome de Tourette	Sim	Cogmed Working Memory Training	25 x 45 min (5 semanas)	Casa	Digit Span (WISC-IV); Letter- Number Sequencing (WISC-IV) Test, Spatial Span (WISC- IV) WISC-V
Kofler et al. (2020)	USA	RTC	54 (12F/42M) Idade: 8-12	Ativo	Ansiedade, Espectro do Austismo, ODD	Sim	Central Executive Training vs Inhibitory Control Training	15 min x 2 dias (3 semanas)	Escola / Casa	

	País	Método	Amostra (n) (F/M) Idade	Grupo(s) de Comparação	Comorbidades	Tratamento Farmacológico	Intervenção	Duração /Intensidade	Local de Intervenção	Outcome Measures (MT)
Smith et al. (2016)	USA	RTC	n = 92 (27F/53M) Idade: 5-9	Passivo	Depressão, Ansiedade, ODD, Perturbação do Espectro do Autismo, Enurese	Sim	IBBS Intervention	120 min x 60 sessões (15 semanas)	Escola	Wide Range Assessment of Memory and Learning - Second Edition, Finger Windows forward and backward; California Verbal Learning Test
Ackermann et al. (2018)	Suíça	RTC	60 (13F/47M) Idade: 11-15	Ativo	Ansiedade, POC, Ideação Suicida, Desregulação Emocional, Dificuldades de Aprendizagem	Sim/Não	CWMT (Cognitive Medical Systems AB)	25 dias	Casa	Digit Span (WISC-IV), Corsi Block Tapping Task
Bikic et al. (2017)	Dinamar ca	RTC	17 (4F/13M) Idade: 14-17	Passivo	—	Sim	Scientific Brain Training, Tetris	30 min, 5 dias por semana (7 semanas)	Casa	CANTAB

	País	Método	Amostra (n) (F/M) Idade	Grupo(s) de Comparação	Comorbidades	Tratamento Farmacológico	Intervenção	Duração /Intensidade	Local de Intervenção	Outcome Measures (MT)
Steeger et al. (2016)	USA	RTC	91 (28F/63M) Idade: 11-15	Passivo, Ativo	ODD, PC, Depressão, Síndrome de Tourette	Sim	Cogmed Working Memory Training	25 x 45 min (5 semanas)	Casa	Digit Span Test, Spatial Span, Location of Blocks (WISC-IV)
van der Donk et al. (2015)	Países Baixos	RTC	100 (27F/73M) Idade: 8-12	Ativo	Dislexia, Discalculia, ODD	Sim	Cogmed Working Memory Training, Paying Attention in Class	25 x 45 min (5 semanas)	Escola	Digit Span, Span Board, Comprehension of Instruction and Word List Interference
Dovis et al. (2015)	Países Baixos	RTC	89 (18F/71M) Idade: 8-12	Passivo, Ativo	Dislexia, PC; ODD	Sim	Braingame Brian	25 x 35-50 min (5 semanas)	Casa	Corsi Block Tapping Task, Digit Span (WISC-III)
Bigorra et al. (2015)	Espanha	RTC	66 (36F/30M) Idade: 7-12	Passivo	ODD, PC	Não	Robomemo Cogmed Working Memory Training	25 x 45 min (5 semanas)	Escola	Digit Span backward (WISC-IV); Spatial Span backward (WMS-III); Letter- Number sequencing (WISC-IV).

	País	Método	Amostra (n) (F/M) Idade	Grupo(s) de Comparação	Comorbidades	Tratamento Farmacológico	Intervenção	Duração /Intensidade	Local de Intervenção	Outcome Measures (MT)
van Dongen-Boomsma et al. (2014)	Países Baixos	RTC	47 (13F/34M) Idade: 5-7	Passivo	ODD, PE, Enurese	Sim	Cogmed Working Memory Training	25 x 45 min (5 semanas)	Casa	Digit Span (WISC-III)
Chacko et al. (2013)	USA	RTC	85 (19F/66M) Idade: 7-11	Passivo	ODD, PC	Sim	Cogmed Working Memory Training	25 x 45 min (5 semanas)	Casa	Dot Matrix, Spatial Recall, Digit Recall and Listening Recall from AWMA
Hovik et al. (2013)	Noruega	RTC	67 (18F/49M) Idade: 10-12	Passivo	—	Sim	Cogmed Working Memory Training	25 x 30/40 min	Escola	Digit Span (WISC-IV), The Remembering Game (Leiter-R); The Backwards Game (Leiter-R); The Letter-Number Sequencing task; The Sentence Span task.

	País	Método	Amostra (n) (F/M) Idade	Grupo(s) de Comparação	Comorbidades	Tratamento Farmacológico	Intervenção	Duração /Intensidade	Local de Intervenção	Outcome Measures (MT)
Gray et al. (2012)	Canada	RTC	60 (8F/52M) Idade: 12-17	Ativo	—	Sim	Robomemo Cogmed Working Memory Training, Mathematic Training Program	25 dias x 45 min (5 semanas)	Escola	Digit Span Forward and Backward (WISC-IV); Spatial Span (CANTAB)
Green et al. (2012)	USA	RTC	26 (9F/17M) Idade: 7-14	Passivo	—	Sim	Cogmed Working Memory Training	25 dias x 45 min	Casa	RAST, Digit Span e Letter- Number Sequence Test (WISC-IV)

Note: n = Quantidade; F = Feminino; M = Masculino; MT = Memória de Trabalho; *WISC-IV* = *Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Editions*; PC = Perturbação da Conduta; ODD = Perturbação de Oposição e Desafio; *RTC* = Ensaios Clínicos Randomizados; *Leiter-R*= *The Leiter International Performance Scale Revised*; *AWMA* = *The Automatic Working Memory Assessment*; *CANTAB* = *Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery*.

Tabela 2

Principais resultados dos artigos incluídos na revisão sistemática da literatura

Referência	Principais Resultados
Wexler et al. (2020)	O grupo experimental apresentou melhorias estatisticamente significativas em todas as medidas das funções executivas, nomeadamente na atenção focalizada e na MT no <i>Post-hoc test</i> (grupo experimental: 9.4/14.1 $p = 0.009$, vs. grupo controlo 8.8/8.2 $p = 0.75$). Os subtipos Desatento e Combinado apresentaram uma taxa de melhorias superior ao subtipo Hiperativo-Impulsivo.
Dentz et al. (2020)	Os resultados provenientes deste estudo não mostraram qualquer benefício da intervenção (<i>Cogmed Software</i>) nas funções cognitivas. Não se verificaram ganhos terapêuticos na MT verbal (<i>digit span forward</i> , $p=.15$; <i>digit span backward</i> , $p=.59$; <i>letter number sequencing</i> , $p=.64$) nem na MT visuoespacial (<i>spatial span forward</i> , $p=.92$; <i>spatial span backward</i> , $p=.73$).
Kofler et al. (2020)	Apesar de, em ambos os grupos de intervenção haver melhorias significativas na MT, o grupo de intervenção com <i>Central Executive Training (CET)</i> apresentou ganhos terapêuticos maiores na MT fonológica ($d=.81$) e na MT visuoespacial. ($d=.70$). Após 2-4 meses os ganhos terapêuticos mantiveram-se no grupo experimental CET.
Smith et al. (2016)	Não foram encontradas melhorias estatisticamente significativas, após intervenção, na MT (<i>Finger Windows Backward</i> $p = .2$; <i>Finger Windows Forwards</i> $p = 1.0$) nem em outras funções cognitivas avaliadas.
Green et al. (2012)	O Grupo experimental apresentou melhorias significativas nas medidas da MT (WISC-IV - WMI).

- Ackermann et al. (2018) Resultados revelaram efeitos benéficos do programa de treino cognitivo (CWMT) em diferentes componentes da MT. O CWMT permitiu que os participantes do grupo experimental obtivessem um nível de desempenho semelhante ao do grupo de controlo (participantes com normal nível de desenvolvimento, sem diagnóstico de PHDA) no que se refere a tarefas que envolvam o ciclo fonológico e o bloco de notas visuoespacial. Quando combinados o CWMT + Tratamento Farmacológico verificaram-se melhorias significativas em tarefas dependentes do funcionamento do executivo central.
- Bikic et al. (2017) O grupo experimental (*Scientific Brain Training*) verificou melhorias estatisticamente significativas em duas medidas da atenção sustentada (*RVPA* $F(1,17) = 18.53, p = 0.0026$; *RVP Probability of hit* $F(1,17) = 14.63, p = 0.0051$) e no grupo de controlo ativo (Tetris) verificaram-se melhorias estatisticamente significativas na MT (*SWM Between errors* $F(1,15) = 6.20, p = 0.0417$).
- Steege et al. (2016) Todos os participantes que receberam treino cognitivo (Cogmed Software) apresentaram melhorias estatisticamente significativas nas várias medidas da MT (*forward digit span*, $F(1, 87) = 29.90, p < .01, \eta^2 = .26$, *backward digit span*, $F(1, 87) = 28.69, p < .01, \eta^2 = .25$, *forward spatial span*, $F(1, 87) = 25.59, p < .01, \eta^2 = .23$, e *backward spatial span*, $F(1, 87) = 18.66, p < .01, \eta^2 = .18$).
- van der Donk et al. (2015) Foram encontradas melhorias estatisticamente significativas, nas medidas da MT, após intervenção, no grupo que recebeu treino cognitivo Cogmed (*Word List Interference Remember*; $p = 0.000$; *Span Board*; $p = 0.000$). No *follow-up* (6 meses após intervenção) foram encontradas melhorias estatisticamente significativas na MT verbal (*Word List Interference Remember*; $p = 0.000$, *Comprehension of Instruction*; $p = 0.000$), e na MT visuoespacial (*Span Board*, $p = 0.000$).
- Dovis et al. (2015) Participantes do grupo ativo (treino de MT, inibição e flexibilidade cognitiva) quando comparados com participantes do grupo parcialmente ativo (treino de inibição e flexibilidade cognitiva) e participantes do grupo placebo revelaram melhores resultados em medidas da MT e medidas da memória de curto prazo visuoespacial. Após *follow-up* os ganhos terapêuticos não se mantiveram.

- Bigorra et al. (2015) O grupo experimental apresentou melhorias significativas quando comparado ao grupo de controlo em várias medidas das funções executivas, nomeadamente na MT entre o T1 e T2 ($t = -2.73$, $df = 4$, $p = 0.01$) com *effect size* grande ($d' = -0.86$, 95 % *CI* -0.17 to -0.35). Estas melhorias também foram verificadas em T2–T0 ($t = -2.56$, $df = 4$, $p = 0.01$) com um *effect size* moderado a grande ($d' = -0.61$, 95 % *CI* -1.11 to -0.11).
- van Dongen-Boomsma et al. (2014) Uma melhoria significativa foi observada numa medida da MT verbal (*Digit Span WISC-III*, $p = .041$), após intervenção, no grupo experimental. No entanto no teste de múltiplas comparações esta melhoria não apresenta valores estatisticamente significativos. O grupo experimental e o grupo placebo não apresentaram diferenças estatisticamente significativas no final da intervenção (*Cogmed Software*) no funcionamento executivo nem em outras funções cognitivas.
- Chacko et al. (2013) Os participantes do grupo experimental (*Cogmed Software*) quando comparados com o grupo controlo, demonstraram melhorias estatisticamente significativas nas medidas da MT não verbal (*Dot Matrix*; $b = 17.0705$, $SE = 3.8200$, $Z = 4.4688$, $p = .00009$) e nas medidas de MT verbal (*Digit Recall*; $b = 9.1746$, $SE = 3.2691$, $Z = 2.8065$, $p = .0050$). No entanto não foram encontradas efeito da intervenção em mais nenhuma medida das funções cognitivas (e.g. atenção, inibição).
- Hovik et al. (2013) Observaram-se ganhos terapêuticos nas medidas de MT visual $p = .01$ e na MT verbal $p = .01$ no grupo experimental, imediatamente após o treino cognitivo. Aquando da realização do follow-up, 8 meses depois, os ganhos terapêuticos mantiveram-se.
- Gray et al. (2012) Adolescentes inseridos no grupo experimental (Treino Cognitivo) apresentaram melhorias estatisticamente significativas em duas medidas da MT quando comparados com o grupo de controlo (*ANCOVA WISC-IV DSB*, $F(1, 56) = 8.66$, $MSE = 7.54$, $p < .05$, e *CANTAB SSP*, $F(1,56) = 5.42$, $MSE = 7.24$, $p < .05$). Os resultados sugerem que o Treino Cognitivo tem efeitos positivos na MT em crianças e adolescentes diagnosticadas com PHDA.
-

4. Discussão

A PHDA é uma perturbação neurodesenvolvimental marcada por sintomas persistentes de desatenção, hiperactividade e/ou impulsividade (APA, 2013). O quadro clínico de crianças e adolescentes diagnosticadas com a esta perturbação centra-se em dificuldades a prestar atenção, em inibir impulsos, conter movimentos e regular o comportamento (Willcutt et al., 2005; Robert set al., 2015) cujas consequências e gravidade poderão resultar em dificuldades na comunicação, na funcionalidade e sociabilização do indivíduo (Gonçalves et al., 2013; Barkley, 2015; Fried et al., 2016).

Alterações no funcionamento executivo são características marcantes na PHDA (Willcutt et al., 2005; Barkley, 2015). As funções executivas são responsáveis pelo direccionamento e coordenação do comportamento humano, onde se incluem o planeamento e execução de determinadas ações, a resolução de problemas, a previsão de consequências, a modificação de estratégias de forma flexível, ao mesmo tempo que se avalia a coerência entre os comportamentos e os objetivos pré-estabelecidos (Cochrane, 2014; Diamond, 2013). Como função executiva, a memória de trabalho diz respeito aos sistemas necessários para a retenção e manipulação de informação na mente, durante a execução de diversas tarefas cognitivas complexas como é o caso do raciocínio, compreensão e aprendizagem (Baddeley, 1986; Dehn, 2011). Na PHDA, encontram-se alterações ao nível do funcionamento das funções executivas, nomeadamente, da memória de trabalho. Estima-se que cerca de 80% das crianças e adolescentes diagnosticados com PHDA apresentam défices ao nível da memória de trabalho, normalmente associados com dificuldades de aprendizagem e, consequentemente, ao insucesso académico de crianças e adolescentes.

Apesar da PHDA não ter cura, com o tratamento adequado, os seus sintomas e disfunções podem ser geridos. Nos últimos anos os programas de treino cognitivo computadorizado para crianças e adolescentes têm recebido grande atenção. O objetivo destes programas é, principalmente, promover ganhos no desempenho cognitivo geral. Por conseguinte, o treino cognitivo da memória de trabalho tem surgido como possível intervenção para a PHDA, isto porque de acordo com a literatura existente, treinar as componentes da MT, pode melhorar a capacidade desta, de outras funções executivas e dos sintomas comportamentais frequentes na PHDA (Baddeley, 2007).

Como mencionado anteriormente, o objetivo geral desta revisão sistemática é

analisar o que as evidências científicas documentam sobre os efeitos dos programas de treino cognitivo computadorizados, na memória de trabalho, em crianças e adolescentes com PHDA. Posto isto foi desenvolvida uma revisão sistemática da literatura onde se recorreu a várias bases de dados do motor de busca *EBSCOhost* e às diretrizes do PRISMA (Moher et al., 2009), resultando na totalidade de 15 artigos a integrar na presente revisão sistemática.

No que concerne às características dos estudos incluídos, é importante destacar as algumas características metodológicas. Os estudos tendem a incluir crianças diagnosticadas com PHDA com comorbilidades. Cerca de dois terços das crianças e adolescentes diagnosticadas com PHDA apresentam uma ou mais comorbilidades (Posner et al., 2020). Adicionalmente, Reale et al. (2017) realizaram um estudo que contou com uma amostra de 1919 crianças e adolescentes, em que 66% apresentava uma ou mais comorbilidades e apenas 34% da amostra tinha apenas PHDA sem qualquer comorbilidade. De acordo com Efron et al. (2016) e Reale et al. (2017), as comorbilidades mais frequentes, em crianças e adolescentes diagnosticadas com PHDA, são a ansiedade, perturbações de linguagem e perturbações de aprendizagem, o que vai ao encontro dos resultados obtidos na presente revisão sistemática. Quanto aos desenhos de investigação todos os estudos incluídos foram ensaios clínicos randomizados. Importa referir que dos 15 artigos analisados apenas seis efetuaram *follow-up* para avaliar os efeitos da intervenção ao longo do tempo, Desses seis artigos, cinco revelaram que o efeito do treino cognitivo computadorizado se manteve ao longo do tempo. Além disso, embora todos os estudos incluíssem grupos de controlo, em alguns destes estudos estes eram ativos e noutros eram passivos. A maior parte da investigação foi conduzida nos EUA e na Europa, não se tendo realizado nenhum estudo em Portugal, em casa, escola ou em ambos os locais. Além da memória de trabalho, os domínios de funções executivas mais frequentemente visados pelas intervenções foram a atenção, inibição, planeamento, e flexibilidade cognitiva.

O programa computadorizado mais utilizado foi o *Cogmed Software*, sendo que, os resultados de dois dos estudos (van Dongen-Boomsma et al., 2014; Dentz et al., 2020) não demonstram a eficácia deste programa para crianças e adolescentes com PHDA quando estes recebem a formação enquanto estão em tratamento farmacológico. Todos os outros estudos que utilizaram este programa, tanto em casa como na escola, apresentaram diferenças estatisticamente significativas no domínio da memória de trabalho (Gray et al., 2012; Green et al., 2012; Chacko et al., 2013; Hovik et al., 2013; Bigorra et al., 2015; Dovis et al., 2015; van der Donk et al., 2015; Steeger et al., 2016; Bikic et al., 2017). A explicação, sugerida

pelos autores, para os resultados negativos obtidos no estudo de van Dongen-Boosman et al. (2014) prende-se com o facto de que uma intervenção realizada tendo em vista o melhoramento de uma única função executiva, neste caso, a memória de trabalho, poderá ser demasiado limitada para levar à redução dos sintomas comportamentais associados à PHDA. Os autores sugerem ainda que, o *Cogmed Software* pode apresentar-se como uma intervenção isolada demais, devendo ser abordado um conjunto mais amplo de funções executivas. No caso do Dentz et al. (2020) foi indicado que o estudo teve uma elevada taxa de atrito ou mortalidade experimental entre os participantes, o que fez com que 30,77% desistissem depois de completarem uma média de 6 sessões, o que poderá ter comprometido a efetividade da intervenção realizada. Tendo em conta estas limitações e os resultados positivos encontrados nos outros estudos que utilizaram o *Cogmed Software*, pode-se dizer que a intervenção baseada neste programa melhora, significativamente, a memória de trabalho em crianças e adolescentes com PHDA.

Por último, o estudo realizado por Smith et al. (2016) também não encontrou efeitos significativos na melhoria da memória de trabalho em crianças com PHDA, recorrendo ao programa computadorizado *IBBS (Integrated Brain, Body, and Social)*, que junta o treino cognitivo computadorizado com a prática de exercício físico, sugerindo que a expansão da formação cognitiva para múltiplos domínios através de duas modalidades de formação não conduz a uma melhoria generalizada da sintomatologia da PHDA.

Os resultados desta revisão da literatura mostram que o recurso a um programa de treino cognitivo computadorizado em crianças e adolescentes com PHDA pode ser um tratamento complementar eficaz nos sintomas da PHDA, tendo-se verificado melhorias significativas nas funções executivas, onde a memória de trabalho se inclui, na grande maioria dos artigos incluídos (Gray et al., 2012; Green et al., 2012; Chacko et al., 2013; Hovik et al., 2013; Bigorra et al., 2015; Dovid et al., 2015; van der Donk et al., 2016; Steeger et al., 2016; Bikir et al., 2017; Ackermann et al., 2018; Kofler et al., 2020; Wexler et al., 2020), constituindo-se, assim, como importantes ferramentas para o controlo de sintomatologia e disfunções derivadas da PHDA.

A fim de criar um conjunto de diretrizes para futuros estudos, importa refletir sobre as limitações apontadas pelos vários artigos incluídos na revisão sistemática. Desta forma, futuras intervenções no domínio do treino cognitivo computadorizado devem a) distribuir de forma aleatória os participantes no grupo experimental e no grupo de controlo, b) utilizar amostras o mais homogéneas possíveis como por exemplo, apresentar as mesmas

comorbilidades, idade, tipo de PHDA, de forma a explicar as possíveis diferenças entre grupos, c) realização de follow-up, d) comparar os efeitos da intervenção do grupo experimental com grupos de controlo ou placebo e e) ser estudos de método duplo-cego (i.e. que tanto os administradores como os recetores do programa desconheçam se estão a usar um tratamento ativo ou um placebo).

Além das limitações apresentadas pelos autores dos artigos integrados nesta revisão sistemática, o presente estudo apresenta também um conjunto de limitações. Relativamente á estratégia de pesquisa é importante ter em conta que esta não abrange todos os estudos existentes no domínio devido á pesquisa se ter cingido apenas ao motor de busca *EBSCOhost*, assim futuros estudos devem abranger e alargar a pesquisa a outras bases de dados. Um outro entrave, associado á estratégia de pesquisa, foi o facto da seleção e análise da qualidade e extração dos artigos ter sido realizada por apenas um investigador, sendo que é aconselhável que estas etapas sejam realizadas por pelo menos dois investigadores.

Por último, importa ainda refletir sobre as implicações dos resultados obtidos neste estudo para a prática psicológica. A presente revisão sistemática representa um contributo importante, uma vez que atualiza e alarga resultados de revisões sistemáticas anteriores e demonstra a viabilidade e os efeitos positivos dos programas de treino cognitivo computadorizados, na memória de trabalho em crianças e adolescentes diagnosticados com PHDA.

5. Conclusão

A presente revisão sistemática da literatura permitiu atualizar resultados de revisões sistemáticas anteriores. Pretendeu como principal objetivo analisar o que as evidências científicas documentam sobre os efeitos dos programas de treino cognitivo computadorizados, na memória de trabalho, em crianças e adolescentes com PHDA para tal, foi formulada a seguinte questão de investigação: O treino cognitivo computadorizado em crianças e adolescentes diagnosticados com PHDA, reduz os défices evidentes existentes nesta perturbação na MT? Se sim, os ganhos terapêuticos mantêm-se ao longo do tempo?

Os resultados mostram que o recurso a um programa de treino cognitivo computadorizado em crianças e adolescentes com PHDA pode ser um tratamento complementar eficaz nos sintomas da PHDA.

6. Referências

- Areces, D., Dockrell, J., García, T., González-Castro, P., & Rodríguez, C. (2018). Analysis of cognitive and attentional profiles in children with and without ADHD using an innovative virtual reality tool. *PLOS ONE*, 13(8), e0201039. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201039>
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. Spence & J. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation*, vol. 2 (pp. 89-195). New York: Academic Press.
- American Psychiatric Association. (2014). DSM-V: Manual Diagnóstico e Estatístico das Perturbações Mentais (5a Ed.). Lisboa: Climepsi Editores.
- Baddeley, A. (2007). Working Memory, Thought, and Action (Oxford Psychology Series Book 45) (Illustrated ed.). OUP Oxford.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), R136–R140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Barkley, R. A. (ed.). (2015). Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A Handbook for Diagnosis and Treatment, 4th Edn. New York, NY: Guilford Press
- Biederman, J. (2005). Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Selective Overview. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1215–1220. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.10.020>
- Biederman, J., Monuteaux, M. C., Doyle, A. E., Seidman, L. J., Wilens, T. E., Ferrero, F., Morgan, C. L., & Faraone, S. V. (2004). Impact of Executive Function Deficits and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) on Academic Outcomes in Children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 72(5), 757–766. <https://doi.org/10.1037/0022-006x.72.5.757>
- Blair, C. (2016). Educating executive function. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8(1–2), e1403. <https://doi.org/10.1002/wcs.1403>
- Cardoso, R. L., Duarte, L. L., Monteiro, A., Cruz, V. T., Vitória-Silva, J., & Silva, F. R. E. (2020). Disfunção Cognitiva na Depressão: O Triste Esquecimento. *Gazeta Médica*. Published. <https://doi.org/10.29315/gm.v7i4.384>
- Castellanos, F. X., Lee, P. P., Sharp, W., Jeffries, N. O., Greenstein, D. K., Clasen, L. S., Blumenthal, J. D., James, R. S., Ebens, C. L., Walter, J. M., Zijdenbos, A., Evans, A. C., Giedd, J. N., & Rapoport, J. L. (2002). Developmental trajectories of brain volume

- abnormalities in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA*, 288(14), 1740–1748. <https://doi.org/10.1001/jama.288.14.1740>
- Chai, W. J., Abd Hamid, A. I., & Abdullah, J. M. (2018). Working Memory from the Psychological and Neurosciences Perspectives: A Review. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00401>
- Donato, H., & Donato, M. (2019). Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. *Acta Médica Portuguesa*, 32(3), 227. <https://doi.org/10.20344/amp.11923>
- Faraone, S., Biederman, J. & Mick, E. (2005). The age-dependent decline of attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis of follow-up studies. *Psychological Medicine*, 36(2), 159–165. <https://doi.org/10.1017/s003329170500471x>
- Fried, R., Chan, J., Feinberg, L., Pope, A., Woodworth, K. Y., Faraone, S. V., & Biederman, J. (2016). Clinical correlates of working memory deficits in youth with and without ADHD: A controlled study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 38(5), 487–496. <https://doi.org/10.1080/13803395.2015.1127896>
- Fuster, J. M. (2001). The Prefrontal Cortex—An Update. *Neuron*, 30(2), 319–333. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(01\)00285-9](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(01)00285-9)
- Guardiano, M., Candeias, L., Guimarães, J. E., Viana, V., & Almeida, P. (2017). Perfil Neuropsicológico em Crianças com Perturbação de Hiperatividade com Défice de Atenção: Avaliação da Memória de Trabalho. *Acta Pediátrica Portuguesa*, 48(3). <https://doi.org/10.21069/app.2017.10064>
- Guerreiro, J., Quelhas, A. C., & García-Madruga, J. A. (2012). Memória de trabalho e inferência silogística: Estudo exploratório de novas medidas. *Análise Psicológica*, 24(2), 131–148. <https://doi.org/10.14417/ap.158>
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The Elusive Nature of Executive Functions: A Review of our Current Understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Kasper, L. J., Alderson, R. M., & Hudec, K. L. (2012). Moderators of working memory deficits in children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 32(7), 605–617. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2012.07.001>
- Khoury, J. E., & Milligan, K. (2016). Comparing Executive Functioning in Children and Adolescents With Fetal Alcohol Spectrum Disorders and ADHD: A Meta-Analysis. *Journal of Attention Disorders*, 23(14), 1801–1815. <https://doi.org/10.1177/1087054715622016>

- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2005). Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD-A Randomized, Controlled Trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177–186.
<https://doi.org/10.1097/00004583-200502000-00010>
- Kofler, M. J., Singh, L. J., Soto, E. F., Chan, E. S. M., Miller, C. E., Harmon, S. L., & Spiegel, J. A. (2020). Working memory and short-term memory deficits in ADHD: A bifactor modeling approach. *Neuropsychology*, 34(6), 686–698.
<https://doi.org/10.1037/neu0000641>
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59–80. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gotzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*, 339(jul21 1), b2700.
<https://doi.org/10.1136/bmj.b2700>
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg-Johnson, S., & Tannock, R. (2005). A Meta-Analysis of Working Memory Impairments in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(4), 377–384. <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000153228.72591.73>
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An Integrative Theory of Prefrontal Cortex Function. *Annual Review of Neuroscience*, 24(1), 167–202.
<https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
- Moore, A. L., Carpenter II, D. M., Miller, T. M., & Ledbetter, C. (2018b). Clinician-delivered cognitive training for children with attention problems: effects on cognition and behavior from the ThinkRx randomized controlled trial. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 14, 1671–1683. <https://doi.org/10.2147/ndt.s165418>
- Moore, A., & Ledbetter, C. (2019). The Promise of Clinician-Delivered Cognitive Training for Children Diagnosed with ADHD. *Journal of Mental Health and Clinical Psychology*, 3(3), 3–8. <https://doi.org/10.29245/2578-2959/2019/3.1180>

- Olesen, P. J., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nature neuroscience*, 7(1), 75–79. <https://doi.org/10.1038/nn1165>
- Ozmic, A. S. (2020). Working Memory from the Perspective of the Multicomponent Model and Embedded-Processes Model. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 18(4), 516–524. <https://doi.org/10.7906/indecs.18.4.2>
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Pasini, A., Paloscia, C., Alessandrelli, R., Porfirio, M. C., & Curatolo, P. (2007). Attention and executive functions profile in drug naive ADHD subtypes. *Brain and Development*, 29(7), 400–408. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2006.11.010>
- Polanczyk, G., & Rohde, L. A. (2007). Epidemiology of attention-deficit/hyperactivity disorder across the lifespan. *Current Opinion in Psychiatry*, 20(4), 386–392. <https://doi.org/10.1097/yco.0b013e3281568d7a>
- Posner, J., Polanczyk, G. V., & Sonuga-Barke, E. (2020). Attention-deficit hyperactivity disorder. *The Lancet*, 395(10222), 450–462. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(19\)33004-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(19)33004-1)
- Rappport, M. D., Alderson, R. M., Kofler, M. J., Sarver, D. E., Bolden, J., & Sims, V. (2008). Working Memory Deficits in Boys with Attention-deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): The Contribution of Central Executive and Subsystem Processes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36(6), 825–837. <https://doi.org/10.1007/s10802-008-9215-y>
- Rappport, M. D., Orban, S. A., Kofler, M. J., & Friedman, L. M. (2013). Do programs designed to train working memory, other executive functions, and attention benefit children with ADHD? A meta-analytic review of cognitive, academic, and behavioral outcomes. *Clinical Psychology Review*, 33(8), 1237–1252. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2013.08.005>
- Reale, L., Bartoli, B., Cartabia, M., Zanetti, M., Costantino, M. A., Canevini, M. P., Termine, C., & Bonati, M. (2017). Comorbidity prevalence and treatment outcome in children and adolescents with ADHD. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 26(12), 1443–1457. <https://doi.org/10.1007/s00787-017-1005-z>
- Schreiber, J. E., Possin, K. L., Girard, J. M., & Rey-Casserly, C. (2013). Executive Function in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: The NIH EXAMINER Battery.

- Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(1), 41–51.
<https://doi.org/10.1017/s1355617713001100>
- Staller, J., & Faraone, S. V. (2006). Attention-Deficit Hyperactivity Disorder in Girls. *CNS Drugs*, 20(2), 107–123. <https://doi.org/10.2165/00023210-200620020-00003>
- Tarver, J., Daley, D., & Sayal, K. (2014). Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): an updated review of the essential facts. *Child: Care, Health and Development*, 40(6), 762–774. <https://doi.org/10.1111/cch.12139>
- Thapar, A., Cooper, M., Jefferies, R., & Stergiakouli, E. (2011). What causes attention deficit hyperactivity disorder? *Archives of Disease in Childhood*, 97(3), 260–265. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2011-300482>
- Wigal, S. B., Chae, S., Patel, A., & Steinberg-Epstein, R. (2010). Advances in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Guide for Pediatric Neurologists. *Seminars in Pediatric Neurology*, 17(4), 230–236. <https://doi.org/10.1016/j.spen.2010.10.005>
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the Executive Function Theory of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1336–1346. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.02.006>

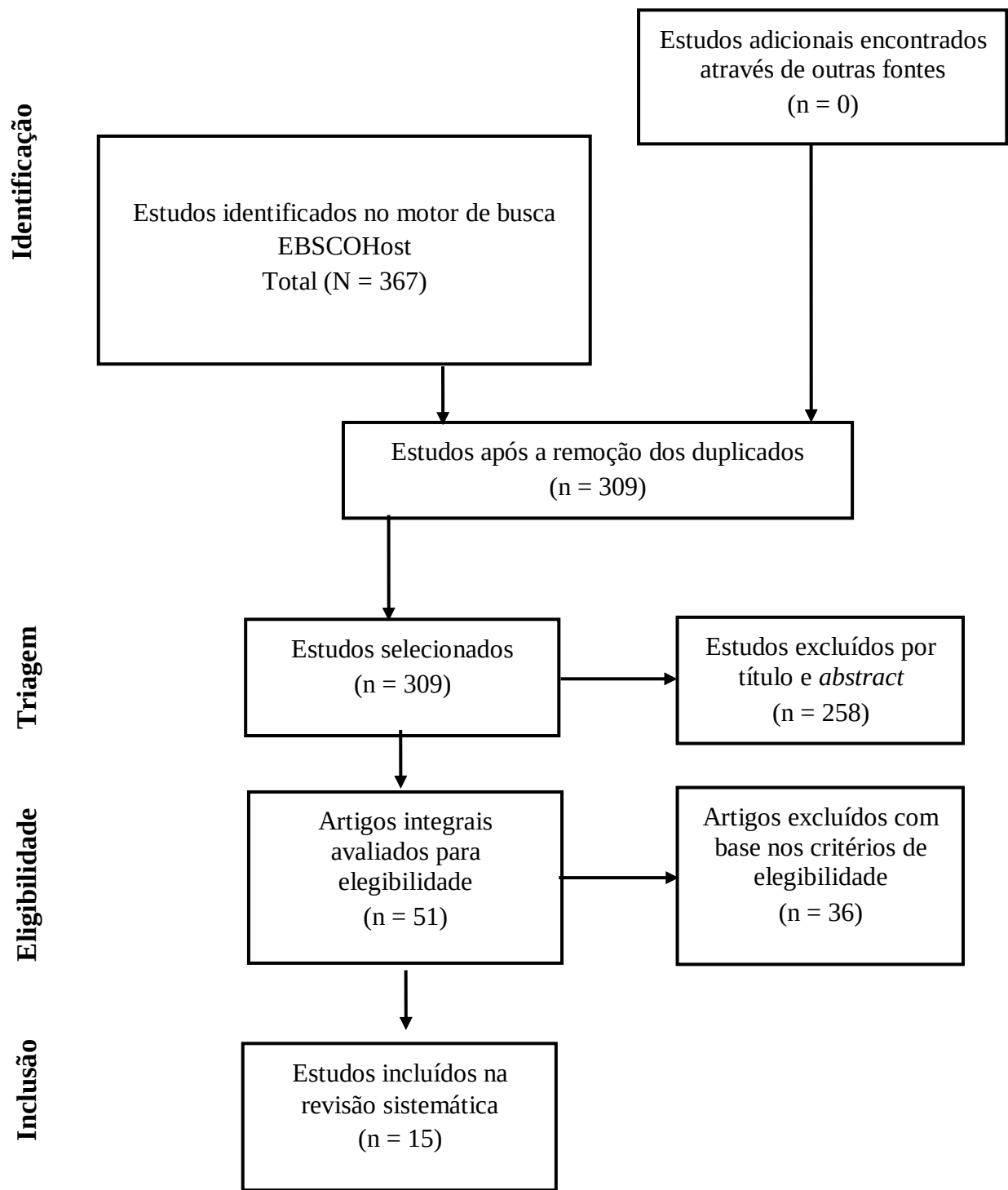
Referências dos estudos da Revisão Sistemática

- Ackermann, S., Halfon, O., Fornari, E., Urban, S., & Bader, M. (2018). Cognitive Working Memory Training (CWMT) in adolescents suffering from Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): A controlled trial taking into account concomitant medication effects. *Psychiatry Research*, 269, 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.07.036>
- Bigorra, A., Garolera, M., Guijarro, S., & Hervás, A. (2015). Long-term far-transfer effects of working memory training in children with ADHD: a randomized controlled trial. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25(8), 853–867. <https://doi.org/10.1007/s00787-015-0804-3>
- Bikic, A., Christensen, T. S., Leckman, J. F., Bilenberg, N., & Dalsgaard, S. (2017). A double-blind randomized pilot trial comparing computerized cognitive exercises to Tetris in adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Nordic Journal of Psychiatry*, 71(6), 455–464. <https://doi.org/10.1080/08039488.2017.1328070>
- Chacko, A., Bedard, A., Marks, D., Feirsen, N., Uderman, J., Chimiklis, A., Rajwan, E., Cornwell, M., Anderson, L., Zwilling, A., & Ramon, M. (2013). A randomized clinical trial of Cogmed Working Memory Training in school-age children with ADHD: a replication in a diverse sample using a control condition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(3), 247–255. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12146>
- Dentz, A., Guay, M., Gauthier, B., Romo, L., & Parent, V. (2020). Is the Cogmed program effective for youths with attention deficit/hyperactivity disorder under pharmacological treatment? *Applied Cognitive Psychology*, 34(3), 577–589. <https://doi.org/10.1002/acp.3631>
- Dovis, S., van der Oord, S., Wiers, R. W., & Prins, P. J. M. (2015). Improving Executive Functioning in Children with ADHD: Training Multiple Executive Functions within the Context of a Computer Game. A Randomized Double-Blind Placebo Controlled Trial. *PLOS ONE*, 10(4), e0121651. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121651>
- Gray, S., Chaban, P., Martinussen, R., Goldberg, R., Gotlieb, H., Kronitz, R., Hockenberry, M., & Tannock, R. (2012). Effects of a computerized working memory training program on working memory, attention, and academics in adolescents with severe LD and comorbid ADHD: a randomized controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(12), 1277–1284. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2012.02592.x>

- Green, C. T., Long, D. L., Green, D., Iosif, A. M., Dixon, J. F., Miller, M. R., Fassbender, C., & Schweitzer, J. B. (2012). Will Working Memory Training Generalize to Improve Off-Task Behavior in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder? *Neurotherapeutics*, 9(3), 639–648. <https://doi.org/10.1007/s13311-012-0124-y>
- Hovik, K. T., Saunes, B. K., Aarlien, A. K., & Egeland, J. (2013). RCT of Working Memory Training in ADHD: Long-Term Near-Transfer Effects. *PLoS ONE*, 8(12), e80561. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080561>
- Kofler, M. J., Wells, E. L., Singh, L. J., Soto, E. F., Irwin, L. N., Groves, N. B., Chan, E. S. M., Miller, C. E., Richmond, K. P., Schatschneider, C., & Lonigan, C. J. (2020). A randomized controlled trial of central executive training (CET) versus inhibitory control training (ICT) for ADHD. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 88(8), 738–756. <https://doi.org/10.1037/ccp0000550>
- Smith, S. D., Vitulano, L. A., Katsoyich, L., Li, S., Moore, C., Li, F., Grantz, H., Zheng, X., Eicher, V., Aktan Guloksuz, S., Zheng, Y., Dong, J., Sukhodolsky, D. G., & Leckman, J. F. (2016). A Randomized Controlled Trial of an Integrated Brain, Body, and Social Intervention for Children With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24(5), 780–794. <https://doi.org/10.1177/1087054716647490>
- Steeger, C. M., Gondoli, D. M., Gibson, B. S., & Morrissey, R. A. (2015). Combined cognitive and parent training interventions for adolescents with ADHD and their mothers: A randomized controlled trial. *Child Neuropsychology*, 22(4), 394–419. <https://doi.org/10.1080/09297049.2014.994485>
- van der Donk, M., Hiemstra-Beernink, A. C., Tjeenk-Kalff, A., van der Leij, A., & Lindauer, R. (2015). Cognitive training for children with ADHD: a randomized controlled trial of cogmed working memory training and ‘paying attention in class.’ *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01081>
- van Dongen-Boomsma, M., Vollebregt, M. A., Buitelaar, J. K., & Slaats-Willemse, D. (2014). Working memory training in young children with ADHD: a randomized placebo-controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(8), 886–896. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12218>
- Wexler, B. E., Vitulano, L. A., Moore, C., Katsoyich, L., Smith, S. D., Rush, C., Grantz, H., Dong, J., & Leckman, J. F. (2020). An integrated program of computer-presented and physical cognitive training exercises for children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychological Medicine*, 51(9), 1524–1535. <https://doi.org/10.1017/s0033291720000288>

ANEXOS

Anexo A. Fluxograma (PRISMA)



Anexo B.

Checklist for assessing the quality of quantitative studies – QualSyst (Kmet et al., 2004)

Criteria		YES (2)	PARTIAL (1)	NO (0)	N/A
1	Question / objective sufficiently described?				
2	Study design evident and appropriate?				
3	Method of subject/comparison group selection or source of information/input variables described and appropriate?				
4	Subject (and comparison group, if applicable) characteristics sufficiently described?				
5	If interventional and random allocation was possible, was it described?				
6	If interventional and blinding of investigators was possible, was it reported?				
7	If interventional and blinding of subjects was possible, was it reported?				
8	Outcome and (if applicable) exposure measure(s) well defined and robust to measurement / misclassification bias? Means of assessment reported?				
9	Sample size appropriate?				
10	Analytic methods described/justified and appropriate?				
11	Some estimate of variance is reported for the main results?				
12	Controlled for confounding?				
13	Results reported in sufficient detail?				
14	Conclusions supported by the results?				

Anexo C

Indicadores de qualidade dos estudos da revisão sistemática – QualSyst

Parâmetros Avaliados		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Score
Estudos																
1	Wexler et al., 2020	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	0	2	2	20/22 (0.91)
2	Ackermann et al., 2018	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	0	2	2	20/22 (0.91)
3	Bikic et al., 2017	2	2	2	2	2	N/A	2	2	1	2	2	0	2	2	23/26 (0.88)
4	Bigorra et al., 2015	2	2	2	2	1	N/A	2	1	2	2	1	0	1	2	20/26 (0.76)
5	Chacko et al., 2013	1	2	2	2	2	N/A	1	2	2	2	1	0	2	2	21/26 (0.80)
6	van Dongen-Boomsma et al., 2014	2	2	2	2	2	N/A	2	2	2	2	2	0	2	2	24/26 (0.92)
7	Dentz et al., 2020	2	2	2	2	1	N/A	2	2	2	2	2	0	2	2	23/26 (0.88)
8	Gray et al., 2012	2	2	1	2	N/A	N/A	N/A	1	1	2	2	0	2	2	17/22 (0.77)
9	Green et al., 2012	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	0	1	2	23/28 (0.82)
10	Hovik et al., 2013	2	1	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	0	2	2	19/22 (0.86)
11	Kofler et al., 2020	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	0	2	2	20/22 (0.91)
12	Smith et al., 2016	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	2	2	2	2	0	2	2	20/22 (0.91)
13	van der Donk et al., 2015	2	1	2	2	2	N/A	N/A	2	2	2	1	0	2	2	20/24 (0.82)
14	Steege et al., 2016	2	2	2	2	N/A	N/A	N/A	1	2	2	2	0	1	2	18/22 (0.81)
15	Dovis et al., 2015	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	26/28 (0.92)

Legenda:

Sim = 2

Parcial = 1

Não = 0

N/A = Não Aplicável

