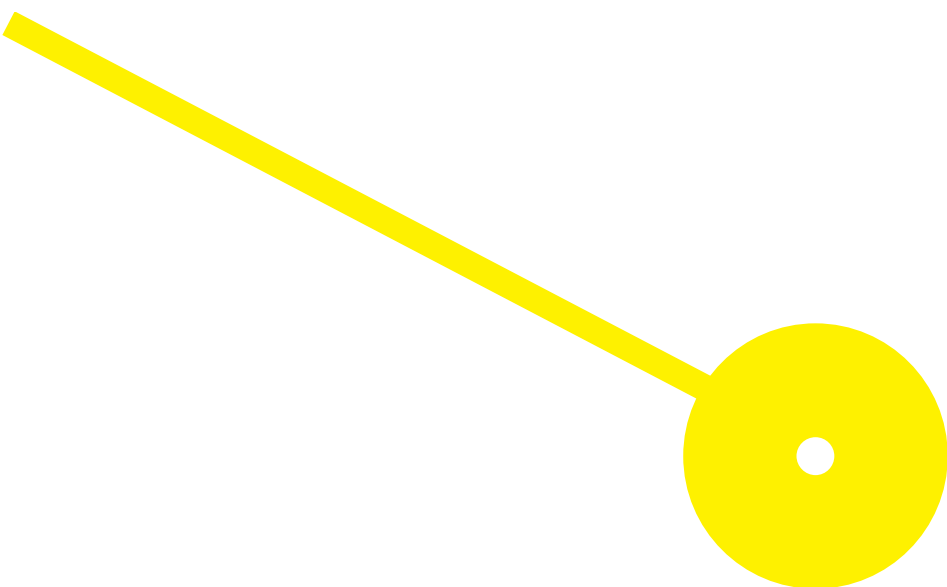




# Impacto da Intervenção com Recurso à Realidade Virtual na Memória em Crianças Diagnosticadas com PHDA

Carolina Augusto Carrola

09/2024





**ESCOLA  
SUPERIOR  
DE SAÚDE**

Laboratório de Reabilitação Psicossocial (LabRP) da Escola Superior de Saúde do  
Politécnico do Porto (ESS|P.Porto)



**Impacto da Intervenção com Recurso à Realidade Virtual na Memória em Crianças  
Diagnosticadas com PHDA**

**Autor**

Carolina Augusto Carrola

**Orientadores**

Prof. Doutora Maria João Trigueiro, ESS|P.Porto

Prof. Doutor Vítor Simões-Silva, ESS|P.Porto

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em **Terapia Ocupacional- Neurodesenvolvimento** pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus orientadores e professores por me ajudarem e guiarem em cada etapa deste projeto e por partilharem comigo os seus conhecimentos e experiência, facilitando todo este processo de investigação e evolução.

À Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto e, em particular, aos membros do LabRP pela disponibilidade e paciência demonstrada sempre que surgia um problema.

Aos meus pais, por serem carinho, motivação e ajuda, por sempre terem acreditado e confiado em mim, por lidarem com toda a montanha-russa de emoções sentida durante este ano e por nunca me deixarem desistir ou cair desamparada. Obrigada pelo carinho, pelas palavras, pelos abraços, pelas chamadas de atenção, pelos conselhos e, acima de tudo, pelos valores que me têm vindo a inculcar a minha vida toda.

À minha restante família pela animação, pelos convívios e gargalhadas que partilhámos nas alturas em que esses momentos eram mais necessários.

Por fim, mas de todo não menos importante, aos meus amigos por serem companhia e apoio, pelos conselhos e ajudas, mas acima de tudo pela motivação e pela companhia, pelos momentos de partilha, de convívio e de alegria e por também não me deixarem desistir e me fazerem acreditar na luz ao fundo do túnel.

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o impacto de um programa de intervenção com recurso à Realidade Virtual na memória de crianças diagnosticadas com PHDA.

**Métodos:** Realizou-se um estudo quase experimental de grupo único duplo pré-teste-pós-teste, com uma amostra de 27 crianças com PHDA, recrutadas de duas clínicas por conveniência. Os participantes foram avaliados duas vezes antes da intervenção e uma vez após a mesma, através dos testes *Sequence Memory* e *Number Memory*. O protocolo de intervenção contou com 12 sessões, nas quais se recorreu à Realidade Virtual para jogar seis jogos da plataforma Enhance. Após a recolha dos dados, procedeu-se à análise estatística no *Statistical Package for the Social Sciences*, utilizando estatística descritiva para caracterizar a amostra e uma ANOVA de medidas repetidas para comparar as condições pré- e pós-teste.

**Resultados:** Verificou-se uma melhoria nos resultados da memória, independentemente do sexo dos participantes e da toma ou não de medicação. As diferenças no *Sequence Memory* foram significativas, enquanto no *Number Memory* não.

**Conclusão:** Os resultados deste estudo sugerem que a utilização de Realidade Virtual pode ser eficaz no treino da memória em crianças com PHDA, revelando-se uma ferramenta viável para ser alternativa ou complementar das abordagens convencionais.

**Palavras-chave:** Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção; Realidade Virtual; Memória; Crianças

## **ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the impact of an intervention program using Virtual Reality on the memory of children diagnosed with ADHD.

**Methods:** A quasi-experimental single-group double pre-test-post-test study was carried out with a sample of 27 children with ADHD, recruited from two clinics for convenience. The participants were assessed twice before the intervention and once after it, using the Sequence Memory and the Number Memory tests. The intervention protocol included 12 sessions in which Virtual Reality was used to play six games from the Enhance platform. After collecting the data, statistical analysis was carried out using the Statistical Package for the Social Sciences, using descriptive statistics to characterize the sample and a repeated measures ANOVA to compare the pre- and post-test conditions.

**Results:** There was an improvement in memory scores, regardless of the gender of the participants and whether or not they were taking medication. The differences in Sequence Memory were significant, while in Number Memory they were not.

**Conclusion:** The results of this study suggest that the use of Virtual Reality can be effective in memory training in children with ADHD, proving to be a viable tool to be an alternative or complement to conventional approaches.

**Keywords:** Attention Deficit Hyperactivity Disorder; Virtual Reality; Memory; Children

## ÍNDICE

1. Introdução.....	1
2. Metodologia .....	6
2.1. Participantes.....	7
2.2. Instrumentos .....	8
2.3. Procedimentos.....	9
2.4. Intervenção .....	10
2.5. Análise Estatística.....	11
3. Resultados.....	12
4. Discussão.....	14
5. Conclusão.....	17
Referências bibliográficas .....	19

## 1. Introdução

A Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção (PHDA) é uma das perturbações do neurodesenvolvimento mais comuns em crianças e adolescentes, caracterizando-se por disfunções ao nível da atenção, organização e/ou hiperatividade-impulsividade, com impacto no funcionamento ou desenvolvimento do indivíduo (American Psychiatric Association [APA], 2022; Salari et al., 2023; Sharma & Couture, 2014).

A sintomatologia da PHDA tem início na infância, sendo importante para o diagnóstico o relato da presença de vários sinais e sintomas antes dos 12 anos de idade, que devem estar presentes em mais que um contexto da criança (APA, 2022). Os sintomas nesta faixa etária podem passar pela falta de atenção aos pormenores ou erros causados pela despreocupação nos trabalhos escolares ou durante outras atividades, dificuldade em manter a atenção em atividades das diversas áreas de ocupação e em seguir instruções até ao fim e completar tarefas (APA, 2022). Os jovens com PHDA podem ainda parecer que não ouvem quando alguém fala diretamente para eles, apresentar dificuldades ao nível da organização e planeamento, podem perder frequentemente objetos e materiais necessários para as tarefas e é habitual não gostarem ou evitarem o envolvimento em tarefas que requerem a manutenção de esforço mental (APA, 2022). A sintomatologia inclui também défices ao nível da memória de trabalho, que podem levar ao esquecimento regular durante atividades diárias e a distração fácil com estímulos externos (APA, 2022; Narimoto et al., 2018). Ao nível psicomotor, a PHDA pode evidenciar sinais e sintomas como algum tipo de movimento constante com as mãos ou as pernas, levantar-se frequentemente e sair do respetivo lugar em situações em que tal não é esperado e ter propensão para se encontrar em situações inadequadas (APA, 2022). Estas crianças e adolescentes revelam-se frequentemente incapazes de se envolver em atividades de lazer de forma sossegada, apresentam níveis de energia e agitação elevados, falam excessivamente e interrompem as outras pessoas durante um diálogo, têm dificuldade em esperar pela sua vez e são muitas vezes precipitados e impulsivos (APA, 2022).

O DSM-5-TR indica uma prevalência de PHDA, a nível mundial, de aproximadamente 7,2% nas crianças, sendo que o diagnóstico é mais comum entre o sexo masculino (APA, 2022; Salari et al., 2023). A sintomatologia de PHDA pode comprometer o desempenho em diversas áreas de ocupação, levando, por exemplo, a um desempenho escolar menos rentável, perturbações comportamentais e dificuldades ao nível das relações familiares e

com os pares, afetando o funcionamento social, acadêmico e ocupacional dos indivíduos (APA, 2022).

A sintomatologia e comportamentos associados a esta perturbação estão ligados a diversos processos cognitivos e, conseqüentemente, a défices neurocognitivos em várias áreas, como na atenção, nas funções executivas, na memória, na velocidade de processamento, na inibição de resposta, na vigilância e no planeamento/organização (APA, 2022; Kaiser et al., 2024; Sharma & Couture, 2014).

As funções executivas consistem em competências cognitivas essenciais para a preparação e execução de comportamentos complexos, autónomos, propositados e autodirigidos (Diamond, 2013; Lezak et al., 2004; Ozonoff et al., 2004). Existem três funções executivas que são consideradas como principais, sendo elas o controlo inibitório, a memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva, a partir das quais se constroem as funções executivas de nível superior, como o planeamento, a resolução de problemas e o raciocínio (Diamond, 2013). Estas competências são fundamentais para a saúde física e mental, para o desempenho escolar e para o desenvolvimento social, cognitivo e psicológico do ser humano (Diamond, 2013).

Diversos estudos relatam alterações ao nível do volume de certas regiões cerebrais, como o cerebelo, matérias branca e cinzenta e córtex pré-frontal em crianças e adolescentes com PHDA, estruturas que estão envolvidas na regulação das funções executivas, funções estas que, como mostra a evidência, se encontram em défice nos jovens com PHDA (Giedd et al., 2001; Kaiser et al., 2024; Sharma & Couture, 2014). Estas descobertas são consistentes com os dados neuropsicológicos e imagiológicos que implicam a presença de disfunções no circuito pré-frontal estrió-cerebelar nesta população (Castellanos et al., 2002; Giedd et al., 2001). O estudo de Giedd e colaboradores (2001) indica, também, disfunções no circuito frontal cerebelo-talâmico destes jovens, o que sugere o envolvimento destas estruturas nos défices ao nível das funções executivas na PHDA (Giedd et al., 2001). Existem ainda inúmeros artigos que apontam para as disfunções nos circuitos fronto-estrió-cerebelares e para a desregulação dopaminérgica evidenciada nesta população como uma das causas de origem para os défices ao nível da memória (Levy & Swanson, 2001; Misener et al., 2004). Esta teoria também é suportada pela evidência descrita no trabalho de autores que sugerem que o córtex pré-frontal pode estar organizado de modo a apoiar os diferentes processos relacionados com a memória, uma vez que os circuitos hormonais das

catecolaminas (dopamina e adrenalina) têm envolvimento no funcionamento do córtex pré-frontal (Goldman-Rakic, 2011; Martinussen et al., 2005; Rypma & D'Esposito, 1999). Na sua investigação, Barkley (1997), defende que os comportamentos de hiperatividade, impulsividade e desatenção nas crianças com PHDA podem ser uma consequência dos défices nas funções executivas, especialmente ao nível da memória de trabalho não verbal e verbal, da autorregulação do afeto, motivação e excitação e do planeamento, devido ao funcionamento do córtex pré-frontal e ao seu envolvimento na regulação da atividade cognitiva e do funcionamento executivo (Barkley, 1997). Nas crianças com PHDA, as disfunções ao nível das funções executivas observam-se sobretudo no que toca à dificuldade na gestão de tempo, ao pobre planeamento e organização, à dificuldade no término das tarefas iniciadas em tempo útil e níveis elevados de procrastinação, bem como à pobre flexibilidade cognitiva e memória de trabalho (Hosenbocus & Chahal, 2012).

A memória pode classificar-se consoante três subtipos: a memória a longo prazo, a memória a curto prazo e a memória de trabalho (Cowan, 2008). A memória a longo prazo consiste no armazenamento de conhecimentos e registo de acontecimentos prévios, enquanto a memória a curto prazo passa pela manutenção temporária e acessível de uma quantidade limitada de informação (Cowan, 2008). Assim, os principais diferenciadores destes dois tipos de memória são a duração e a capacidade, na medida em que os itens localizados na memória a curto prazo vão perdendo o seu lugar neste armazenamento em função do tempo e do limite da quantidade de informação que pode ser guardada no mesmo (Cowan, 2008). A memória de trabalho refere-se à retenção de informação, informação esta que é guardada na memória a curto prazo, onde o armazenamento é apenas temporário, e posterior manipulação da mesma, quando necessário (Baddeley, 2012; Diamond, 2013; Kofler et al., 2019). Narimoto e colaboradores (2018) defendem que a capacidade de manipulação da informação depende do correto funcionamento do armazenamento da memória de trabalho, isto é, da memória a curto prazo. Ora, se nas crianças com PHDA são verificados défices ao nível da memória de trabalho e da manipulação de informação, é possível considerar que a memória a curto prazo também apresenta alterações, pressupostos que são apoiados pelo pior desempenho desta população em testes e tarefas de memória a curto prazo visuoespacial, quando comparados com o desempenho de crianças com desenvolvimento típico (Narimoto et al., 2018). O estudo de Tabrizi e colaboradores (2020) suporta também esta teoria, uma vez

que constata que um dos principais problemas das crianças com PHDA se encontra na memória e na incapacidade de transferir informação da memória a curto prazo para a memória a longo prazo.

Tendo em conta as alterações que esta população pode apresentar ao nível da memória de trabalho e o impacto que estas podem ter no funcionamento nas diversas áreas de ocupação, as crianças e jovens com PHDA que não recebem qualquer tipo de tratamento podem possuir um risco aumentado de a sintomatologia persistir durante a vida adulta e ter maior impacto na sua funcionalidade, pelo que estas limitações devem ser colmatadas o mais precocemente possível (Young et al., 2017). A nível europeu, as *guidelines* recomendam uma abordagem de intervenção combinada, uma vez que conciliar a intervenção farmacológica com a não farmacológica tem provado um potencial de eficácia mais elevado do que se estas abordagens forem aplicadas de forma isolada (National Institute for Health and Care Excellence, 2018). A principal forma de tratamento na PHDA passa pela abordagem farmacológica, através da prescrição de medicação estimulante, como metilfenidato e anfetaminas, que estimulam a libertação e inibem a absorção de dopamina e noradrenalina, sendo estes psicoestimulantes considerados os mais eficazes no caso da PHDA (Caye et al., 2019; Durston, 2003). No entanto, a intervenção farmacológica não é recomendada em crianças com menos de 6 anos, começando a ser uma opção mais viável a partir da idade escolar (Drechsler et al., 2020). No que diz respeito às abordagens não farmacológicas, de forma geral, as *guidelines* existentes apontam todas para as intervenções comportamentais como recomendação para o tratamento na PHDA, sendo que estas constituem a principal abordagem não farmacológica utilizada na população infantil, tanto de forma isolada como combinada com medicação (Caye et al., 2019). Apesar de ainda não haver uma concordância universal, as terapias comportamentais têm-se demonstrado eficazes, de forma geral, na melhoria da relação entre pais e crianças com PHDA e dos comportamentos de oposição comuns desta população, sobretudo se esta metodologia for combinada com medicação (Caye et al., 2019). Entre estas, a intervenção mais utilizada em jovens com PHDA é a terapia cognitivo-comportamental, cujo objetivo passa por reduzir os comportamentos típicos da PHDA ou problemas aos mesmos associados, enaltecendo os comportamentos positivos e criando situações em que os comportamentos desejados possam ocorrer (Drechsler et al., 2020). Outro método de intervenção na PHDA passa pelo treino cognitivo, cujas estratégias têm

como objetivo reduzir os sintomas da PHDA através da melhoria do desempenho de funções neuropsicológicas específicas afetadas nesta população, como a atenção, a memória de trabalho e o controlo inibitório (Drechsler et al., 2020) O *neurofeedback* também é amplamente usado na intervenção na PHDA, com o intuito de melhorar o autocontrolo dos clientes sobre os padrões de atividade cerebral, sendo necessário, porém, estudar mais profundamente a eficácia deste tipo de terapia na PHDA, principalmente tendo em conta o elevado custo monetário associado (Enriquez-Geppert et al., 2019).

Têm vindo a ser desenvolvidos cada vez mais tipos de intervenção não farmacológicos direcionados ao treino cognitivo e à melhoria das funções executivas, que aparentam ter efeitos benéficos, de forma geral, no funcionamento executivo de crianças e adolescentes com PHDA (Qiu et al., 2023). O treino de intervenção facilitadora, por exemplo, consiste num tipo de intervenção criado com o intuito de fortalecer uma ou mais funções executivas e/ou processos atencionais relacionados com as mesmas, recorrendo a meios baseados em computador, automatizados ou manuais para a repetição do treino, prática e *feedback* ao longo das semanas de intervenção (Rapport et al., 2013).

Atualmente, as terapias digitais têm ganho cada vez mais relevo, especialmente em populações mais jovens e em intervenções destinadas a pessoas com PHDA, dado que este tipo de abordagem aumenta a adesão terapêutica por parte das crianças e aumenta a sua motivação face à mesma, o que habitualmente leva a um aumento da eficácia da intervenção (Kaiser et al., 2024). A realidade virtual (RV) é uma tecnologia interativa que envolve um ambiente digital ou jogos que transmitem sensações próximas da realidade, permitindo a interação por parte dos utilizadores através de dispositivos e equipamentos, como um dispositivo *headmounted* e comandos (Gumaa & Youssef, 2019). A RV pode ser imersiva, não imersiva ou semiimmersiva, consoante o número de sentidos estimulados, a extensão da interação com o ambiente virtual, a viabilidade dos estímulos sintéticos e o grau de isolamento do utilizador a estímulos exteriores (Gumaa & Youssef, 2019). O uso da RV pode ser benéfico em crianças porque estas esquecem-se que estão a ser avaliadas e/ou monitorizadas e demonstram grande interesse e sucesso em tarefas realizadas com recurso a computadores, consolas e videojogos (Bioulac et al., 2020). A RV tem sido cada vez mais utilizada, também, como meio de avaliação, intervenção, monitorização e treino em crianças com PHDA, maioritariamente com idades entre os 6 e os 18 anos, provando ter resultados positivos no treino e na melhoria do desempenho cognitivo, em especial no que

toca às funções executivas, principalmente na memória de trabalho e atenção (Adams et al., 2009; Areces et al., 2018; Bashiri et al., 2017; Bioulac et al., 2012; Díaz-Orueta et al., 2014; Iriarte et al., 2016; Neğuț et al., 2017). Os resultados obtidos no estudo de Tabrizi e colegas (2020), por exemplo, provaram que a intervenção com recurso à RV em crianças com PHDA pode contribuir para a melhoria da memória nesta população, tanto na fase pós-teste como na de *follow-up* (Tabrizi et al., 2020). Outro estudo também obteve resultados positivos, demonstrando a eficácia e viabilidade da utilização da RV na intervenção em crianças com PHDA, revelando ainda um contributo positivo no treino cognitivo e no funcionamento cognitivo, estando a memória incluída nas funções em que se observam melhorias (Shema-Shiratzky et al., 2018). Assim, o uso da RV em crianças com PHDA tem-se demonstrado benéfica na melhoria da memória de trabalho, constituindo este tipo de terapia digital como uma boa alternativa ou complemento aos métodos mais tradicionais (Tabrizi et al., 2020). Apesar da evidência atual apontar para os benefícios do uso da RV no treino cognitivo em jovens com PHDA, a informação ainda não é suficiente, especialmente em crianças com idades tão jovens. Desta forma, este estudo teve como principal intuito avaliar o impacto de um programa de intervenção com recurso à RV na memória de crianças diagnosticadas com PHDA.

## 2. Metodologia

O presente estudo é caracterizado como quase experimental, uma vez que se trata de um estudo quantitativo conduzido em contexto clínico, no qual se pretende fazer uma inferência causal entre um tratamento e os seus efeitos, sem que haja, por definição, randomização na alocação de tratamento e grupos de controlo (Bärnighausen, Röttingen, et al., 2017; Bärnighausen, Tugwell, et al., 2017; Geldsetzer & Fawzi, 2017; Reeves et al., 2017; Shadish & Cook, 2002; Sheard, 2018; Waddington et al., 2017). Esta investigação quase experimental é de grupo único duplo pré-teste-pós-teste, uma vez que a mesma variável dependente é avaliada no mesmo grupo de participantes antes e depois de uma intervenção, tendo sido aplicados dois pré-testes antes da intervenção e um pós-teste após o término da intervenção (Gravetter & Forzano, 2019; Shadish & Cook, 2002).

## 2.1. Participantes

A amostra deste estudo é do tipo não probabilístico por conveniência, pois a seleção dos participantes foi feita de modo não aleatório, tendo sido recrutados da população de utentes de duas clínicas distintas devido à facilidade do acesso e comunicação com os participantes e os respetivos encarregados de educação (Maroco, 2007).

Como critérios de inclusão foi definido que os participantes tinham de ser crianças com idades entre os 6 e os 11 anos, com diagnóstico de PHDA. A escolha desta faixa etária segue a tendência dos estudos em crianças com PHDA com recurso à RV, que integram crianças em idade escolar, sendo que as idades mais observadas nestes estudos são entre os 6 e os 16 anos (Adams et al., 2009; Areces et al., 2018; Bashiri et al., 2017; Bioulac et al., 2012; Díaz-Orueta et al., 2014; Iriarte et al., 2016). O limite máximo de idade foi fixado nos 11 anos porque, segundo a literatura, a sintomatologia da PHDA sofre uma diminuição geral com o aumento da idade, o que poderia influenciar a avaliação e as conclusões deste estudo (Neguț et al., 2017). Os critérios de exclusão definidos foram a presença de epilepsia e outras comorbidades, défices cognitivos, alterações da compreensão que afetassem o cumprimento de instruções, alterações visuais e/ou auditivas que colocassem em causa a utilização do equipamento e os participantes estarem a receber uma intervenção semelhante (Figura 1).

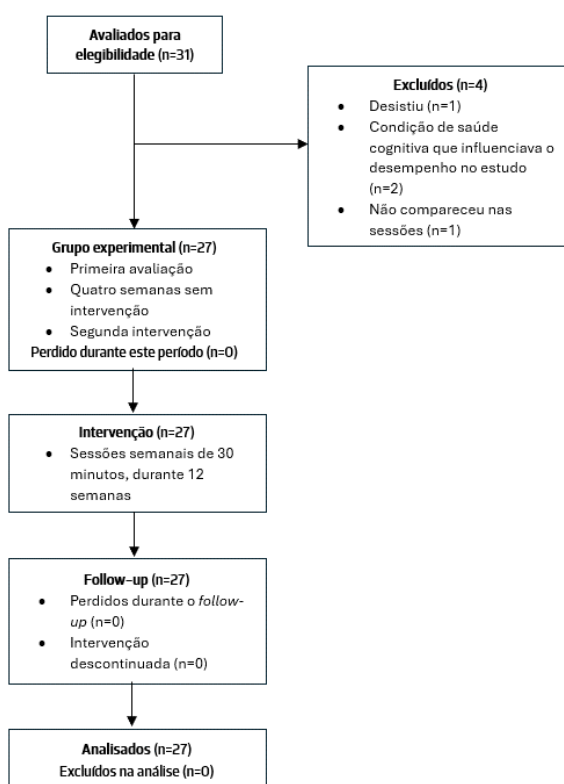


Figura 1: Fluxograma dos participantes

## 2.2. Instrumentos

Inicialmente, para verificar o cumprimento dos critérios de exclusão, foi aplicado um questionário sociodemográfico, no qual foram solicitadas informações como a idade, género, ano de escolaridade, existência de diagnóstico de PHDA ou de outras condições, se as crianças tomam alguma medicação e, em caso de tomarem, quais, e se já tinham tido algum contacto/experiência com RV.

Como instrumentos de avaliação foram usados dois testes do *Human Benchmark*, uma plataforma online na qual é possível medir o desempenho em tarefas cognitivas, avaliando competências como memória e atenção, bem como comparar o nível atingido com o valor médio da população (*Human Benchmark*, n.d.). Os jogos utilizados desta plataforma foram o *Sequence Memory* e o *Number Memory*. O *Sequence Memory* é um teste idêntico ao *Spatial Memory Span*, que consiste numa versão computadorizada do *Corsi Block Tapping Task*, no qual é medida a memória visuoespacial (*Human Benchmark*, n.d.; Luciana & Nelson, 2002; Teixeira et al., 2011). Nesta avaliação, são apresentados no ecrã do computador nove quadrados iguais e igualmente espaçados entre si, os quais mudam de cor brevemente consoante uma determinada ordem (Luciana & Nelson, 2002). Após os quadrados voltarem todos à condição inicial, o participante deve tentar reproduzir a sequência que foi mostrada, carregando nos respetivos quadrados pela mesma ordem em que foram mudando de cor (Luciana & Nelson, 2002). O número de quadrados que compõem a sequência vai aumentando à medida que o participante a reproduz corretamente, interrompendo o teste quando o mesmo seleciona um quadrado incorreto (Luciana & Nelson, 2002). Já o *Number Memory* é semelhante ao *Digit Span Test*, uma vez que em ambas as avaliações o objetivo é que o participante tente memorizar uma sequência numérica para a recuperar e repetir de seguida (Gathercole & Pickering, 2000; *Human Benchmark*, n.d.; Mammarella et al., 2006). Contudo, a diferença entre estes dois testes reside no modo de apresentação e repetição das sequências, já que no *Number Memory* a sequência é apresentada e repetida sob a forma escrita, enquanto no *Digit Span* o comando é verbal, assim como a realização do teste pelo participante (Gathercole & Pickering, 2000; *Human Benchmark*, n.d.; Mammarella et al., 2006). Tal como no teste anterior, se os participantes replicarem a sequência corretamente, a seguinte será composta por mais um algarismo, enquanto se errarem termina o teste (Gathercole & Pickering, 2000).

O *Corsi Block Tapping Test* apresenta valores de confiabilidade entre 0,70 e 0,79, enquanto o *Digit Span Test* no modelo em que foi utilizado tem um valor de confiabilidade de cerca de 0,81, o que indica que estes testes são viáveis para aplicação nesta população (Gignac et al., 2019; Orsini, 1994).

### 2.3. Procedimentos

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto, com o código CE0109C. Os participantes foram recrutados através das clínicas onde são acompanhados pelas duas investigadoras, as quais estiveram em cada das duas clínicas, encarregues de acompanhar os participantes ao longo do estudo e de administrar os instrumentos de avaliação e a intervenção, após autorização das instituições à implementação do estudo nas mesmas, tendo todos os encarregados de educação assinado um consentimento informado, assegurando a confidencialidade e anonimato no tratamento dos dados (World Medical Association, 2013). Posteriormente, cada encarregado de educação preencheu um questionário sociodemográfico, de modo a verificar o cumprimento dos critérios de elegibilidade. A fase seguinte consistiu na avaliação inicial dos participantes, que se sucedeu de uma nova avaliação passado um mês, a qual foi imediatamente seguida pelo período de intervenção. Após o término da intervenção, procedeu-se à avaliação final, através da aplicação dos instrumentos já utilizados. Cada sessão de avaliação teve uma duração de cerca de 15 minutos, sendo realizadas em contexto clínico, no mesmo espaço onde decorreu a intervenção, através de um computador portátil e com recurso a *mouse* ligado a uma porta USB. O protocolo de intervenção iniciou após a segunda avaliação, contando com 12 sessões de cerca de 30 minutos, realizadas em contexto clínico uma vez por semana, nas quais os participantes jogaram um conjunto de 6 jogos de RV, pertencentes à plataforma Enhance da Virtuleap (Brugada-Ramentol et al., 2022). Nas sessões de intervenção foi utilizado um dispositivo *head-mounted display* (HMD) e de dois *joysticks*. O dispositivo HMD é um modelo Quest, da empresa Meta, com processador Qualcomm Snapdragon835, 4 GB de RAM e 64 GB de memória interna, com resolução ocular de 1400x1600 pixels, taxa de atualização de 72 Hz e controladores de movimento.

Para garantir que as condições de exposição e participação eram idênticas para todos os participantes, as sessões de intervenção levadas a cabo por cada um dos elementos da

equipa de investigação foram realizadas sempre nas mesmas salas, na mesma posição (de pé) e com a mesma sequência de jogos. Da mesma forma, todas as avaliações foram aplicadas do mesmo modo, no mesmo espaço físico e com as mesmas condições das sessões de intervenção, sendo que todos os participantes foram avaliados sentados em frente a uma mesa, em computadores semelhantes, com manipulação de um *mouse*.

Os dados relativos aos participantes foram todos codificados, de forma a garantir o anonimato dos mesmos, sendo que irão ser armazenados por um período mínimo de dois a três anos pela equipa de investigação, tanto os dados em papel como em formato digital, ficando acessíveis apenas à equipa de investigação (Smith et al., 2015).

Ambas as investigadoras foram treinadas para a utilização dos softwares utilizados nesta investigação.

## 2.4. Intervenção

No decorrer das sessões de intervenção, os participantes encontraram-se acompanhados por um membro da equipa de investigação na totalidade do tempo, sendo auxiliados pelo mesmo na colocação dos dispositivos e dos jogos.

Os jogos utilizados na intervenção estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Jogos do Enhance integrados na intervenção

Jogo	Variável	Descrição
<i>Memory Wall</i>	Memória	Surge no ecrã uma grelha, na qual é apresentado um padrão de quadrados com uma cor diferente por 3 segundos. É solicitado que o participante memorize e reproduza os padrões que vão sendo exibidos. Com a progressão nos níveis, a dificuldade dos mesmos vai aumentando, através do aumento do número de quadrados na grelha e do número de quadrados que fazem parte do padrão.
Maestro		É apresentado um coro de toupeiras, de entre o qual se iluminam algumas. O objetivo passa por memorizar quais é que acenderam de cada vez e mover a batuta para um dos lados (esquerda e direita), consoante o padrão exibido for igual ou diferente ao padrão que foi criado na vez anterior. A dificuldade vai aumentando através de padrões progressivamente mais complexos.
<i>Magic Deck</i>		É apresentado um conjunto de cartas, as quais vão virando à vez de modo a revelar uma imagem. É pedido ao participante que memorize a posição de cada carta, uma vez que depois de serem mostradas, as cartas vão virar uma a uma para que o jogador indique a localização da respetiva imagem. Com a progressão no jogo, o número de cartas apresentadas vai aumentando.

<i>Whack-a-mole</i>	Atenção	O objetivo é acertar nas toupeiras que vão aparecendo nos buracos o mais depressa possível antes que elas desapareçam. À medida que o nível aumenta, vão surgindo cada vez mais toupeiras em simultâneo e a velocidade com que estas aparecem e desaparecem aumenta.
<i>React</i>		O participante tem de acertar com as raquetes nos objetos que se vão dirigindo na sua direção, atirando-os para os portais que se encontram à sua frente, um de cada lado. Cada portal aceita objetos de formas geométricas e cores específicas, pelo que o jogador deve direcionar os objetos para o portal correspondente. A dificuldade vai aumentando através da inserção de um número crescente de objetos distratores, isto é, de objetos com cores e formas diferentes das pretendidas.
<i>Shuffled</i>		É apresentada uma linha de alforrecas, das quais o participante vai ter de focar uma indicada pelo jogo. As alforrecas vão-se deslocar livremente em todas as direções, e após elas se alinharem novamente, o jogador tem de indicar onde está a alforreca que foi pedido para seguir inicialmente. A tarefa vai-se tornando cada vez mais complexa, devido ao número crescente de alforrecas e ao aumento da velocidade com que as mesmas se deslocam.

Com exceção das três primeiras sessões, todos os jogos foram incluídos em cada sessão de intervenção. Nessas três sessões, foram jogados apenas dois jogos, uma vez que na primeira vez que os jogos eram realizados a duração dos mesmos era maior que nas vezes seguintes. Estas três sessões tiveram todas a mesma duração, permitindo também a habituação e adaptação dos participantes aos dispositivos e a cada jogo, para que estes fatores não condicionassem o seu desempenho nas restantes sessões. Os jogos foram apresentados aos participantes conforme está ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2: Programação das sessões de intervenção

Sessão	Jogos					
1	Maestro			<i>Whack-a-mole</i>		
2	<i>Memory Wall</i>			<i>React</i>		
3	<i>Magic Deck</i>			<i>Shuffled</i>		
4-12	Maestro	<i>Whack-a-mole</i>	<i>Memory Wall</i>	<i>React</i>	<i>Magic Deck</i>	<i>Shuffled</i>

## 2.5. Análise Estatística

Após recolha dos dados, estes foram exportados para o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) Versão 29.0.1, para a análise estatística, considerando um nível de significância de 0,05 para todos os testes realizados (IBM Corp, 2023; Marôco, 2021). Foi utilizada estatística descritiva para caracterizar a amostra, nomeadamente a média ( $\bar{x}$ ) e

desvio padrão (dp), para variáveis contínuas ou discretas, e frequências (N; %) para dados nominais ou ordinais. A normalidade das variáveis foi avaliada através do teste de Shapiro-Wilk ou através da análise da distribuição dos dados, utilizando critérios de limiar para assimetria e curtose, visando valores inferiores a |2,0| e |9,0|, respectivamente (Gignac, 2019). Foram utilizadas ANOVAs de medidas repetidas para comparar as condições pré- e pós-teste. A esfericidade foi avaliada pelo teste de Mauchly, com aplicação da correção de Huynh-Feldt quando esta suposição não era verificada e  $\epsilon > 0,57$ . Nos casos em que este critério não foi cumprido, foi utilizada a correção de Greenhouse-Geisser (Gignac, 2019). O teste de Bonferroni foi usado como medida *posthoc* para determinar onde se encontram as verdadeiras diferenças entre os três momentos de avaliação.

### 3. Resultados

A amostra deste estudo é composta por 27 participantes (Tabela 3), com idades entre os 6 e os 11 anos (idade média de  $8,07 \pm 1,22$ ), sendo a maioria do sexo masculino (77,80%). 51,9% dos participantes toma medicação dirigida à sintomatologia de PHDA.

Tabela 3: Caracterização sociodemográfica da amostra

Idade (anos)	$\bar{x} \pm dp$	N (%)
	8,07±1,22	
Sexo	Masculino	21 (77,80%)
	Feminino	6 (22,20%)
Medicação	Sim	14 (51,90%)
	Não	13 (48,10%)

$\bar{x}$ - média; dp- desvio padrão; N- frequência absoluta; %- frequência relativa

Os resultados nos testes *Sequence Memory* e *Number Memory* nos três momentos de avaliação (Tabela 4) mostram que existem diferenças estatisticamente significativas nas pontuações no *Sequence Memory* ( $p=0,048$ ), sugerindo que nesta prova o desempenho dos participantes melhorou ao longo do tempo. Já no *Number Memory*, as alterações nas pontuações não foram significativas (valor- $p=0,167$ ).

Tabela 4: Diferenças na pontuação nos diferentes momentos de avaliação

	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Valor-p	Poder observado
	$\bar{x} \pm dp$	$\bar{x} \pm dp$	$\bar{x} \pm dp$		
Sequence Memory	5,85 ± 1,67	5,69 ± 1,83	6,81 ± 1,79	0,048*	0,516
Number Memory	5,15 ± 1,49	5,23 ± 1,37	5,62 ± 1,47	0,167	0,277

$\bar{x}$ - média; dp- desvio padrão; Valor-p- entre sujeitos; \* p < 0,05

O teste *posthoc* (Tabela 5) mostrou que não se registaram alterações significativas entre o primeiro e o segundo momento de avaliação no *Sequence Memory* (p= 0,720). Contudo, comparando a pontuação do primeiro momento com a obtida após a intervenção, a diferença é estatisticamente significativa (Avaliação 1 vs. Avaliação 3- p= 0,048). O mesmo sucede na comparação do segundo momento com o terceiro momento (p= 0,023).

Tabela 5: Diferenças das pontuações entre os diferentes momentos de avaliação no *Sequence Memory*

	Diferença média	Valor-p
Avaliação 1 vs. Avaliação 2	0,154	0,720
Avaliação 1 vs. Avaliação 3	-0,962	0,048*
Avaliação 2 vs. Avaliação 3	-1,115	0,023*

\*Valor-p por comparação *Pairwise*; Valor-p < 0,05

A análise da influência do sexo nos resultados das avaliações (Tabela 6) mostra que não existe uma diferença significativa entre o sexo masculino e o feminino nos diferentes momentos de avaliação realizados, para ambos os testes.

Tabela 6: Diferenças das pontuações nos diferentes momentos de avaliação mediante o sexo

	Sexo	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Valor-p <sup>a</sup>	Valor-p <sup>b</sup>	Poder observado <sup>a</sup>	Poder observado <sup>b</sup>
<b>NM</b>	M	5,19±1,37	5,14±1,42	5,57±1,57	0,171	0,621	0,273	0,077
	F	5,00±2,12	5,60±1,14	5,80±1,09				
<b>SM</b>	M	5,81±1,81	5,62±1,83	6,81±1,69	0,146	0,869	0,303	0,053
	F	6,00±1,00	6,00±2,00	6,80±2,39				

NM- *Number Memory*; SM- *Sequence Memory*; M- Masculino; F- Feminino; Valor-p<sup>a</sup>- entre sujeitos; Valor-p<sup>b</sup>- interação; Poder observado<sup>a</sup>- entre sujeitos; Poder observado<sup>b</sup>- entre sujeitos

A análise da influência da medicação nos resultados das avaliações (Tabela 7) mostra que a toma ou não de medicação por parte dos participantes não tem um impacto significativo entre cada momento de avaliação em nenhum dos testes.

Tabela 7: Diferenças das pontuações entre os diferentes momentos de avaliação mediante a medicação

	Medicação	Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Valor-p <sup>a</sup>	Valor-p <sup>b</sup>	Poder observado <sup>a</sup>	Poder observado <sup>b</sup>
<b>NM</b>	Não	4,92±1,26	5,08±1,32	5,38±1,56	0,176	1,000	0,267	0,050
	Sim	5,38±1,71	5,38±1,45	5,85±1,41				
<b>SM</b>	Não	6,00±1,41	6,23±2,28	7,23±1,92	0,051	0,571	0,504	0,086
	Sim	5,69±1,93	5,15±1,07	6,38±1,61				

NM- Number Memory; SM- Sequence Memory; Valor-p<sup>a</sup>- entre sujeitos; Valor-p<sup>b</sup>- interação; Poder observado<sup>a</sup>- entre sujeitos; Poder observado<sup>b</sup>- entre sujeitos

#### 4. Discussão

Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto de um programa de intervenção com recurso à RV na memória de crianças diagnosticadas com PHDA. De forma geral, verificou-se uma melhoria ao nível da memória dos participantes após o término da intervenção comparativamente com a avaliação inicial. Apesar de ligeiros, os resultados positivos verificados ao nível da memória vão de encontro ao que tem vindo a ser demonstrado em diversos estudos que recorrem a intervenções de treino cognitivo semelhantes (Adams et al., 2009; Areces et al., 2018; Bashiri et al., 2017; Díaz-Orueta et al., 2014; Iriarte et al., 2016; Neğüt et al., 2017; Shema-Shiratzky et al., 2018; Tabrizi et al., 2020). Embora a literatura ainda seja relativamente escassa, especialmente acerca do treino de domínios cognitivos específicos para além da atenção e impulsividade nesta população, os autores começaram a recolher evidências que demonstram que o uso da RV na intervenção com estas crianças tem uma influência significativamente positiva na melhoria do funcionamento cognitivo global e de competências específicas, como a memória e funções executivas (Corrigan et al., 2023; Veloso et al., 2020). Existem estudos que sugerem, ainda, que as melhorias verificadas na memória e nas restantes funções executivas são generalizadas para a vida diária desta população, tendo, portanto, um impacto positivo no seu desempenho funcional, escolar e social (Corrigan et al., 2023; Tamm et al., 2013; Veloso et al., 2020). Estas descobertas vêm enaltecer e reforçar o potencial da utilização da RV, especialmente a

imersiva, como uma ferramenta eficaz no treino cognitivo da população jovem com PHDA. Assim, este tipo de abordagem revela ser útil, em particular na melhoria de domínios cognitivos específicos, como a memória, que, como já foi descrito neste estudo, tem impacto direto no funcionamento de outras funções cognitivas e afeta o desempenho das crianças em diversas áreas de ocupação.

No presente estudo, verificaram-se alterações positivas ao nível da memória após o período de intervenção e, dado que não se observaram diferenças significativas entre o primeiro e o segundo momento de avaliação, prévios à intervenção, é possível supor que estas melhorias foram causadas pelo envolvimento dos participantes no programa realizado com recurso à RV e aos jogos da Enhance (Brugada-Ramentol et al., 2022). Estes resultados são consistentes com estudos anteriores, nos quais também são relatadas melhorias na memória de crianças com PHDA que são sujeitas a programas de treino cognitivo computadorizados, com e sem recurso a RV (Holmes et al., 2010; Klingberg et al., 2005; Takacs & Kassai, 2019). Tabrizi e colaboradores (2020) levaram a cabo uma investigação para aferirem o efeito da utilização da RV na memória de crianças e adolescentes com PHDA em comparação com o tratamento farmacológico. Os resultados obtidos mostraram que a terapia com recurso à RV pode ser altamente benéfica no treino desta função, sendo tão ou mais eficaz que a medicação, dados que coincidem com os resultados obtidos neste estudo, dado que a toma de medicação ou ausência da mesma revelou não ter impacto no progresso observado ao nível da memória (Tabrizi et al., 2020). Na evidência científica atual, não é reportada diferença entre sexos na eficácia nestes programas de treino cognitivo com recurso à RV, dados que convergem com os resultados obtidos no presente estudo, uma vez que se verificaram melhorias tanto em participantes do sexo masculino como do sexo feminino em proporções idênticas (Corrigan et al., 2023; Tabrizi et al., 2020; Veloso et al., 2020). No que toca à faixa etária dos jovens neste tipo de intervenção, é possível observar uma tendência na inclusão de crianças em idade escolar, sendo que os estudos que recorrem à RV mencionam idades entre os 6 e os 16 anos (Adams et al., 2009; Areces et al., 2018; Díaz-Orueta et al., 2014; Iriarte et al., 2016). Em relação especificamente ao treino cognitivo com recurso à RV, a faixa etária mais descrita na literatura para os participantes é entre os 6 e os 12 anos de idade, sendo que não existem relatos de que a idade seja um fator determinante para a determinação dos resultados e da eficácia deste tipo de intervenção (Holmes et al., 2010; Shema-Shiratzky et al., 2018;

Takacs & Kassai, 2019; Tamm et al., 2013; Veloso et al., 2020) Num estudo realizado por Dovis e colaboradores (2015) avaliaram a eficácia de um programa de intervenção computadorizado direcionado ao treino de múltiplas funções executivas em crianças com PHDA, tendo concluído que os participantes em condição ativa apresentavam melhoria na memória visuoespacial de curto prazo e na memória de trabalho (Dovis et al., 2015). Beck e colaboradores (2010) avaliaram o impacto de um programa de treino baseado em computador, o *CogMed Working Memory Training*, em 25 sessões de 30 a 40 minutos, distribuídas por cerca de 6 semanas, sendo que observaram melhorias na atenção e nas funções executivas (Beck et al., 2010).

Como já foi mencionado, as intervenções baseadas na RV direcionadas ao treino de funções executivas e cognitivas, como a memória, na população jovem com PHDA têm vindo a ser cada vez mais exploradas. Contudo, esta temática ainda carece de ser mais amplamente investigada, de modo a gerar evidência consistente e consensual no meio científico.

Este projeto de investigação utiliza como recurso a plataforma Enhance VR, a qual permite o acesso a diversos jogos de treino cognitivo através de um HMD. Assim, é providenciado aos participantes um maior nível de imersão e de sensação de presença, uma vez que existe o envolvimento simultâneo de estímulos motores, visuais, auditivos e proprioceptivos, o que contribui para enaltecer competências motoras e cognitivas em várias populações (Knobel et al., 2020; Saldana et al., 2020; Varela-Aldás et al., 2020). Para além destes benefícios, a literatura também aponta para uma maior adesão à intervenção com recurso à RV, níveis motivacionais mais elevados e um potencial de eficácia terapêutica superior, sobretudo em populações jovens (Kaiser et al., 2024).

O presente estudo possui limitações, passando desde logo pela amostra reduzida de participantes, que impediu a criação de um grupo controlo e de um grupo experimental. Contudo, uma vez que o próprio grupo foi utilizado como grupo controlo, foi possível comparar o primeiro e segundo momento de avaliação, prévios à intervenção, com o terceiro, posterior à intervenção. Desta forma, é possível deduzir que as alterações e melhorias observadas se deveram à intervenção, pois esta foi a única alteração introduzida neste período. Como consequência da utilização da RV imersiva, podem surgir desafios adicionais que devem, também, ser considerados aquando da interpretação dos resultados deste estudo. Um destes eventuais desafios passa pela possibilidade de os participantes sofrerem efeitos secundários derivados do uso do HMD, como é o caso do enjoo de

movimento, que pode causar desconforto, náuseas e tonturas, podendo impossibilitar a participação no estudo, o que não aconteceu nesta investigação (Chang et al., 2020). Todos estes fatores foram tidos em conta quando foi selecionada a RV imersiva para a realização deste estudo, dado que os mesmos podem afetar o nível de envolvimento dos participantes e os resultados da intervenção. O protocolo da investigação foi desenhado de modo a minimizar estes desafios, mas estes devem ser considerados em qualquer futura pesquisa ou intervenção que recorra à RV.

No futuro, seria recomendável replicar este estudo com uma amostra maior, de modo a permitir o estabelecimento de um grupo controlo, bem como a gerar uma amostra mais representativa da população. Adicionalmente, seria pertinente incluir um momento de *follow-up*, de modo a proceder a uma avaliação algum tempo após a intervenção, para verificar a manutenção dos resultados e generalização dos mesmos para o desempenho funcional diário dos participantes. Numa replicação deste estudo, seria também interessante abranger mais domínios cognitivos específicos para além da memória, de forma a incluir o funcionamento cognitivo e executivo global e, assim, tornar a investigação mais rica e completa.

A tecnologia de RV tem-se vindo a tornar de forma crescente mais acessível social e financeiramente, assumindo-se cada vez mais como uma opção válida para intervenções cognitivas (Farroni et al., 2022). Comparativamente às abordagens de intervenção tradicionais, a RV oferece um método terapêutico mais dinâmico e imersivo, adaptável às circunstâncias e aos utilizadores, o que representa uma vantagem, em detrimento do custo. A sua acessibilidade e versatilidade, atualmente, reforçam o potencial desta ferramenta como abordagem terapêutica, na prática da Terapia Ocupacional em crianças com PHDA, pois para além da eficácia demonstrada gera níveis motivacionais mais elevados nesta população, o que em última instância pode ter um impacto maior na melhoria das competências e, conseqüentemente, do desempenho funcional diário e da participação destes jovens nos contextos familiares, sociais e escolares, podendo contribuir para uma melhoria na qualidade de vida geral dos mesmos.

## **5. Conclusão**

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que a utilização da RV num programa de intervenção dirigido ao treino cognitivo, e em particular à memória, pode constituir uma

ferramenta eficaz e benéfica para as crianças com PHDA. No entanto, um dos objetivos primordiais da Terapia Ocupacional é a generalização das competências adquiridas e desenvolvidas para o desempenho funcional no dia-a-dia, nas diversas áreas de ocupação, pelo que é essencial, no futuro, fazer um acompanhamento longitudinal da evolução dos participantes num período pós-intervenção. Para que os resultados desta investigação possam ser mais viáveis no futuro, é importante replicar o mesmo numa amostra maior e mais representativa da população.

Em suma, o presente estudo permitiu concluir que a intervenção com recurso à RV pode ser um bom complemento da abordagem terapêutica convencional, ou até mesmo uma alternativa viável à mesma, no que toca ao treino cognitivo em crianças diagnosticadas com PHDA.

## Referências bibliográficas

- Adams, R., Finn, P., Moes, E., Flannery, K., & Rizzo, A. (2009). Distractibility in attention/deficit/hyperactivity disorder (ADHD): The virtual reality classroom. *Child Neuropsychology*, *15*(2), 120–135. <https://doi.org/10.1080/09297040802169077>
- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition Text Revision: DSM-5-TR*. American Psychiatric Association Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95720-3\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95720-3_23)
- Areces, D., Rodríguez, C., García, T., Cueli, M., & González-Castro, P. (2018). Efficacy of a Continuous Performance Test Based on Virtual Reality in the Diagnosis of ADHD and Its Clinical Presentations. *Journal of Attention Disorders*, *22*(11), 1081–1091. <https://doi.org/10.1177/1087054716629711>
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, *63*, 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions: Constructing a Unifying Theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, *121*(1), 65–94. <https://doi.org/10.4324/9781315198941>
- Bärnighausen, T., Röttingen, J.-A., Rockers, P., Shemilt, I., & Tugwell, P. (2017). Quasi-experimental study designs series—paper 1: introduction: two historical lineages. *Journal of Clinical Epidemiology*, *89*, 4–11. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.02.020>
- Bärnighausen, T., Tugwell, P., Röttingen, J.-A., Shemilt, I., Rockers, P., Geldsetzer, P., Lavis, J., Grimshaw, J., Daniels, K., Brown, A., Bor, J., Tanner, J., Rashidian, A., Barreto, M., Vollmer, S., & Atun, R. (2017). Quasi-experimental study designs series—paper 4: uses and value. *Journal of Clinical Epidemiology*, *89*, 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.03.012>
- Bashiri, A., Ghazisaeedi, M., & Shahmorasdi, L. (2017). The opportunities of virtual reality in the rehabilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: A literature review. *Korean Journal of Pediatrics*, *60*(11), 337–343. <https://doi.org/10.3345/kjp.2017.60.11.337>
- Beck, S. J., Hanson, C. A., Puffenberger, S. S., Benninger, K. L., & Benninger, W. B. (2010). A controlled trial of working memory training for children and adolescents with ADHD.

- Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 39(6), 825–836.  
<https://doi.org/10.1080/15374416.2010.517162>
- Bioulac, S., Lallemand, S., Rizzo, A., Philip, P., Fabrigoule, C., & Bouvard, M. P. (2012). Impact of time on task on ADHD patient's performances in a virtual classroom. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(5), 514–521.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2012.01.006>
- Bioulac, S., Micoulaud-Franchi, J. A., Maire, J., Bouvard, M. P., Rizzo, A. A., Sagaspe, P., & Philip, P. (2020). Virtual Remediation Versus Methylphenidate to Improve Distractibility in Children With ADHD: A Controlled Randomized Clinical Trial Study. *Journal of Attention Disorders*, 24(2), 326–335.  
<https://doi.org/10.1177/1087054718759751>
- Brugada-Ramentol, V., Bozorgzadeh, A., & Jalali, H. (2022). Enhance VR: A Multisensory Approach to Cognitive Training and Monitoring. *Frontiers in Digital Health*, 4(June), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2022.916052>
- 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>
- Caye, A., Swanson, J. M., Coghill, D., & Rohde, L. A. (2019). Treatment strategies for ADHD: an evidence-based guide to select optimal treatment. *Molecular Psychiatry*, 24(3), 390–408. <https://doi.org/10.1038/s41380-018-0116-3>
- Chang, E., Kim, H. T., & Yoo, B. (2020). Virtual Reality Sickness: A Review of Causes and Measurements. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(17), 1658–1682. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351>
- Corrigan, N., Păsăreanu, C. R., & Voinescu, A. (2023). Immersive virtual reality for improving cognitive deficits in children with ADHD: a systematic review and meta-analysis. *Virtual Reality*, 27(4), 3545–3564. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00768-1>
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress in Brain Research*, 169, 323–338.  
[https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)00020-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)00020-9)
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168.

<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

- Díaz-Orueta, U., García-López, C., Crespo-Eguílaz, N., Sánchez-Carpintero, R., Climent, G., & Narbona, J. (2014). AULA virtual reality test as an attention measure: Convergent validity with Conners Continuous Performance Test. *Child Neuropsychology*, *20*(3), 328–342. <https://doi.org/10.1080/09297049.2013.792332>
- 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), 1–30. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121651>
- Drechsler, R., Brem, S., Brandeis, D., Grünblatt, E., Berger, G., & Walitza, S. (2020). ADHD: Current concepts and treatments in children and adolescents. *Neuropediatrics*, *51*(5), 315–335. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1701658>
- Durston, S. (2003). A review of the biological bases of ADHD: What have we learned from imaging studies? *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, *9*(3), 184–195. <https://doi.org/10.1002/mrdd.10079>
- Enriquez-Geppert, S., Smit, D., Pimenta, M. G., & Arns, M. (2019). Neurofeedback as a Treatment Intervention in ADHD: Current Evidence and Practice. *Current Psychiatry Reports*, *21*(6). <https://doi.org/10.1007/s11920-019-1021-4>
- Farroni, T., Valori, I., & Carnevali, L. (2022). Multimedia Interventions for Neurodiversity: Leveraging Insights from Developmental Cognitive Neuroscience to Build an Innovative Practice. *Brain Sciences*, *12*(2). <https://doi.org/10.3390/brainsci12020147>
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Assessment of working memory in six- and seven-year-old children. *Journal of Educational Psychology*, *92*(2), 377–390. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.2.377>
- Geldsetzer, P., & Fawzi, W. (2017). Quasi-experimental study designs series—paper 2: complementary approaches to advancing global health knowledge. *Journal of Clinical Epidemiology*, *89*, 12–16. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.03.015>
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Molloy, E., & Castellanos, F. X. (2001). Brain Imaging of Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Annals of the New York Academy Sciences*, 33–49. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:BRAIN+IMAGING+OF+ATTENTION+DEFICIT+HYPERACTIVITY+DISORDER++WHAT+HAVE+WE+LE>

ARNT+?#1

- Gignac, G. E. (2019). *How2statsbook* (Online Edition 1). <http://www.how2statsbook.com/p/chapters.html>
- Gignac, G. E., Reynolds, M. R., & Kovacs, K. (2019). Digit Span Subscale Scores May Be Insufficiently Reliable for Clinical Interpretation: Distinguishing Between Stratified Coefficient Alpha and Omega Hierarchical. *Assessment*, *26*(8), 1554–1563. <https://doi.org/10.1177/1073191117748396>
- Goldman-Rakic, P. S. (2011). Circuitry of Primate Prefrontal Cortex and Regulation of Behavior by Representational Memory. In *Handbook of Physiology, Section 1: The Nervous System: Vol. V. Higher Functions of the Brain* (pp. 373–417). Bethesda. <https://doi.org/10.1002/cphy.cp010509>
- Gravetter, F. J., & Forzano, L.-A. B. (2019). Quasi-Experimental and Single-Case Experimental Designs. In *Research Methods for the Behavioral Sciences* (pp. 333–370). SAGE Publications Inc.
- Gumaa, M., & Youssef, A. R. (2019). Is Virtual Reality Effective in Orthopedic Rehabilitation? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*, *99*(10), 1304–1325. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz093>
- Holmes, J., Gathercole, S. E., Place, M., Dunning, D. L., Hilton, K. A., & Elliott, J. G. (2010). Working memory deficits can be overcome: Impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, *24*(6), 827–836. <https://doi.org/10.1002/acp.1589>
- Hosenbocus, S., & Chahal, R. (2012). A review of executive function deficits and pharmacological management in children and adolescents. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry = Journal de l'Academie Canadienne de Psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent*, *21*(3), 223–229. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22876270>
- Human Benchmark*. (n.d.). <https://humanbenchmark.com/>
- IBM Corp. (2023). *IBM SPSS Statistics for Windows* (29.0.1). IBM Corp.
- Iriarte, Y., Diaz-Orueta, U., Cueto, E., Irazustabarrena, P., Banterla, F., & Climent, G. (2016). AULA—Advanced Virtual Reality Tool for the Assessment of Attention: Normative Study in Spain. *Journal of Attention Disorders*, *20*(6), 542–568. <https://doi.org/10.1177/1087054712465335>

- Kaiser, A., Aggensteiner, P. M., Fontecilla, H. B., Ros, T., Acquaviva, E., Attal, Y., Banaschewski, T., Baumeister, S., Bousquet, E., Bussalb, A., Delhaye, M., Delorme, R., Drechsler, R., Goujon, A., Häge, A., Mayaud, L., Mechler, K., Menache, C., Revol, O., ... Brandeis, D. (2024). Limited usefulness of neurocognitive functioning indices as predictive markers for treatment response to methylphenidate or neurofeedback @ home in children and adolescents with ADHD. *Frontiers in Psychiatry, 14*(January), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1331004>
- 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 and Adolescent Psychiatry, 44*(2), 177–186. <https://doi.org/10.1097/00004583-200502000-00010>
- Knobel, S. E. J., Kaufmann, B. C., Gerber, S. M., Cazzoli, D., Müri, R. M., Nyffeler, T., & Nef, T. (2020). Immersive 3D Virtual Reality Cancellation Task for Visual Neglect Assessment: A Pilot Study. *Frontiers in Human Neuroscience, 14*(May), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00180>
- Kofler, M. J., Irwin, L. N., Soto, E. F., Groves, N. B., Harmon, S. L., & Sarver, D. E. (2019). Executive Functioning Heterogeneity in Pediatric ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology, 47*(2), 273–286. <https://doi.org/10.1007/s10802-018-0438-2>.Executive
- Levy, F., & Swanson, J. M. (2001). Timing, Space and ADHD: The Dopamine Theory Revisited. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry, 35*(4), 504–511. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1614.2001.00923.x>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological Assessment-Fourth Edition* (4th ed.). Oxford University Press.
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (2002). Assessment of neuropsychological function through use of the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery: Performance in 4- to 12-year-old children. *Developmental Neuropsychology, 22*(3), 595–624. [https://doi.org/10.1207/S15326942DN2203\\_3](https://doi.org/10.1207/S15326942DN2203_3)
- Mammarella, I. C., Cornoldi, C., Pazzaglia, F., Toso, C., Grimoldi, M., & Vio, C. (2006). Evidence for a double dissociation between spatial-simultaneous and spatial-sequential working memory in visuospatial (nonverbal) learning disabled children. *Brain and*

- Cognition*, 62(1), 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2006.03.007>
- Maroco, J. (2007). Variáveis, Populações e Amostras. In M. Robalo (Ed.), *Análise Estatística com Utilização do SPSS* (3rd ed., pp. 27–33). Edições Sílabo.
- Marôco, J. (2021). *Análise Estatística com o SPSS Statistics: 8ª Edição* (8th ed.). Report Number, LDA.
- 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 and Adolescent Psychiatry*, 44(4), 377–384. <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000153228.72591.73>
- Misener, V. L., Luca, P., Azeke, O., Crosbie, J., Waldman, I., Tannock, R., Roberts, W., Malone, M., Schachar, R., Ickowicz, A., Kennedy, J. L., & Barr, C. L. (2004). Linkage of the dopamine receptor D1 gene to attention-deficit/hyperactivity disorder. *Molecular Psychiatry*, 9(5), 500–509. <https://doi.org/10.1038/sj.mp.4001440>
- Narimoto, T., Matsuura, N., & Hiratani, M. (2018). Impaired Visuospatial Short-Term Memory in Children with ADHD. *The Journal of Genetic Psychology*, 179(1), 19–29. <https://doi.org/10.1080/00221325.2017.1414028>
- National Institute for Health and Care Excellence. (2018). *Attention deficit hyperactivity disorder (update): Evidence review for combined pharmacological and non-pharmacological treatments review* (Issue March). <https://www.nice.org.uk/guidance/ng87/evidence/f-combination-treatment-pdf-4783686306>
- Negut, A., Jurma, A. M., & David, D. (2017). Virtual-reality-based attention assessment of ADHD: ClinicaVR: Classroom-CPT versus a traditional continuous performance test. *Child Neuropsychology*, 23(6), 692–712. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1186617>
- Orsini, A. (1994). Corsi's Block-Tapping Test: Standardization and Concurrent Validity with WISC-R for Children Aged 11 to 16. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 1547–1554. <https://doi.org/10.2466/pms.1994.79.3f.1547>
- Ozonoff, S., Cook, I., Coon, H., Dawson, G., Joseph, R. M., Klin, A., McMahon, W. M., Minshew, N., Munson, J. A., Pennington, B. F., Rogers, S. J., Spence, M. A., Tager-Flusberg, H., Volkmar, F. R., & Wrathall, D. (2004). Performance on Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery subtests sensitive to frontal lobe function in people with

- autistic disorder: evidence from the Collaborative Programs of Excellence in Autism network. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34(2), 139–150. <https://doi.org/10.1023/b:jadd.0000022605.81989.cc>
- Qiu, H., Liang, X., Wang, P., Zhang, H., & Shum, D. H. K. (2023). Efficacy of non-pharmacological interventions on executive functions in children and adolescents with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Asian Journal of Psychiatry*, 87(January), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2023.103692>
- Rapport, 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, 1237–1252. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2013.08.005>
- Reeves, B. C., Wells, G. A., & Waddington, H. (2017). Quasi-experimental study designs series—paper 5: a checklist for classifying studies evaluating the effects on health interventions—a taxonomy without labels. *Journal of Clinical Epidemiology*, 89, 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.02.016>
- Rypma, B., & D’Esposito, M. (1999). The roles of prefrontal brain regions in components of working memory: Effects of memory load and individual differences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(11), 6558–6563. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.11.6558>
- Salari, N., Ghasemi, H., Abdoli, N., Rahmani, A., Shiri, M. H., Hashemian, A. H., Akbari, H., & Mohammadi, M. (2023). The global prevalence of ADHD in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Italian Journal of Pediatrics*, 49(48), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.eurox.2023.100237>
- Saldana, D., Neureither, M., Schmiesing, A., Jahng, E., Kysh, L., Roll, S. C., & Liew, S. L. (2020). Applications of head-mounted displays for virtual reality in adult physical rehabilitation: A scoping review. *American Journal of Occupational Therapy*, 74(5), 1–15. <https://doi.org/10.5014/ajot.2020.041442>
- Shadish, W. R., & Cook, T. D. (2002). Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference. In *Experimental and quasi-experimental design for causal inference* (Issue 814). Houghton Mifflin Company.
- Sharma, A., & Couture, J. (2014). A Review of the Pathophysiology, Etiology, and Treatment

- of Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Annals of Pharmacotherapy*, 48(2), 209–225. <https://doi.org/10.1177/1060028013510699>
- Sheard, J. (2018). Quantitative data analysis. In *Research Methods: Information, Systems, and Contexts* (pp. 429–452). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102220-7.00018-2>
- Shema-Shiratzky, S., Brozgol, M., Cornejo-Thumm, P., Geva-Dayan, K., Rotstein, M., Leitner, Y., Hausdorff, J. M., & Mirelman, A. (2018). Virtual reality training to enhance behavior and cognitive function among children with attention-deficit/hyperactivity disorder: brief report. *Developmental Neurorehabilitation*. <https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1476602>
- Smith, P. G., Morrow, R. H., & Ross, D. A. (2015). *Field trials of health interventions: a toolbox* (3rd ed.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.12577>
- Tabrizi, M., Manshaee, G., Ghamarani, A., & Rasti, J. (2020). Comparison of the Effectiveness of Virtual Reality with Medication on the Memory of Attention Deficit Hyperactivity Disorder Students. *International Archives of Health Sciences*, 7, 37–42. <https://doi.org/10.4103/iahs.iahs>
- Takacs, Z. K., & Kassai, R. (2019). The Efficacy of Different Interventions to Foster Children's Executive Function Skills: A Series of Meta-Analyses. *Psychological Bulletin*, 145(7), 653–697. <https://doi.org/10.1037/bul0000195.supp>
- Tamm, L., Epstein, J. N., Peugh, J. L., Nakonezny, P. A., & Hughes, C. W. (2013). Preliminary data suggesting the efficacy of attention training for school-aged children with ADHD. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 4, 16–28. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2012.11.004>
- Teixeira, R. A. A., Zachi, E. C., Roque, D. T., Taub, A., & Ventura, D. F. (2011). Memory span measured by the spatial span tests of the Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery in a group of Brazilian children and adolescents. *Dementia e Neuropsychologia*, 5(2), 129–134. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642011DN05020012>
- Varela-Aldás, J., Palacios-Navarro, G., Amariglio, R., & García-Magariño, I. (2020). Head-mounted display-based application for cognitive training. *Sensors (Switzerland)*, 20(22), 1–22. <https://doi.org/10.3390/s20226552>
- Veloso, A., Vicente, S. G., & Filipe, M. G. (2020). Effectiveness of Cognitive Training for

- School-Aged Children and Adolescents With Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, 10(January). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02983>
- Waddington, H., Aloe, A. M., Becker, B. J., Djimeu, E. W., Hombrados, J. G., Tugwell, P., Wells, G., & Reeves, B. (2017). Quasi-experimental study designs series—paper 6: risk of bias assessment. *Journal of Clinical Epidemiology*, 89, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2017.02.015>
- World Medical Association. (2013). *World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.4324/9781315572093-15>
- Young, S., Emilsson, B., Sigurdsson, J. F., Khondoker, M., Philipp-Wiegmann, F., Baldursson, G., Olafsdottir, H., & Gudjonsson, G. (2017). A randomized controlled trial reporting functional outcomes of cognitive-behavioural therapy in medication-treated adults with ADHD and comorbid psychopathology. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 267(3), 267–276. <https://doi.org/10.1007/s00406-016-0735-0>