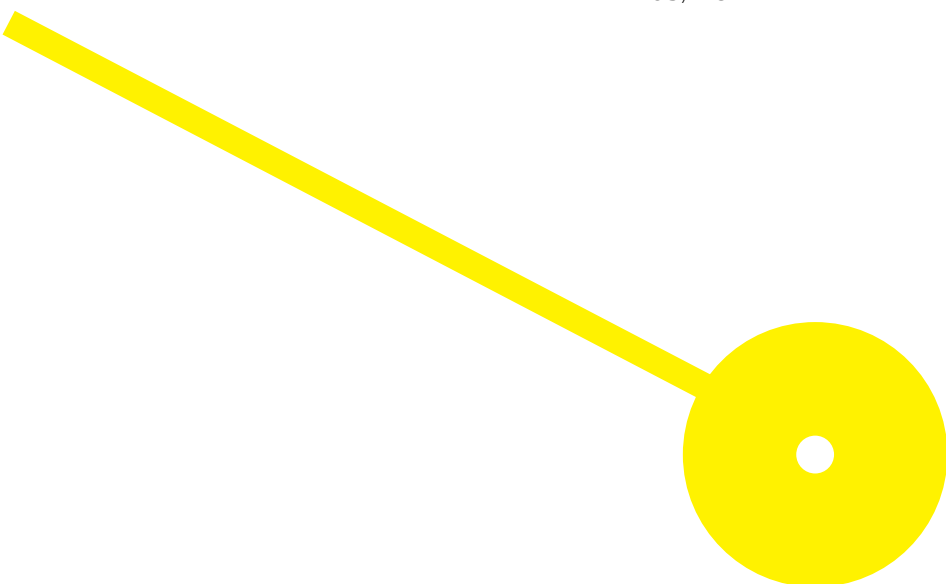




# Intervenção com recurso à Realidade Virtual na atenção de crianças com diagnóstico de PHDA

Ana Filipa Figueiredo Cunha

09/2024





**Intervenção com recurso à Realidade Virtual na atenção de crianças com diagnóstico de  
PHDA**

**Autor**

Ana Filipa Figueiredo Cunha

**Orientadores**

Professora Doutora Maria João Trigueiro, ESS|P.Porto

Professor 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

Não podia deixar de agradecer às pessoas mais importantes deste percurso, que se tornou mais fácil com o apoio de quem esteve sempre lá.

Um obrigada especial:

Aos meus orientadores, por todo o apoio e disponibilidade que sempre tiveram, pelo cuidado e paciência ao longo da licenciatura e agora no mestrado e pela sabedoria e conhecimento que me passaram nestes 6 anos. Irei segui-los sempre como exemplo.

À minha família: Aos meus pais que lutam diariamente pela minha felicidade e pelo meu futuro. À minha irmã e ao Rui pela motivação e críticas construtivas.

À minha colega e principalmente amiga Fabiana, que esteve sempre comigo desde o primeiro dia e que quis sempre tanto o meu sucesso como o dela.

À Ângela, pela inspiração e carinho, pelo encorajamento diário e por todos os novos desafios que me propõe e despertam o melhor de mim.

À minha colega de trabalho e também amiga Rute, por ser sempre uma boa ouvinte e ter sempre uma palavra amiga e tranquila para me dar.

Às minhas amigas de Viseu que estão sempre presentes e não deixam que a distância defina nada.

Ao Luís, por toda a ajuda e por ser sempre um grande apoio.

E por último, pelo profissionalismo e ajuda, à Carolina, Leonor e Beatriz que também fizeram parte do sucesso dos resultados deste estudo.

## Resumo

**Objetivo:** Verificar a eficácia de uma intervenção com recurso a jogos de realidade virtual (RV), no tratamento da atenção, em crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 11 anos, com diagnóstico de Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção.

**Métodos:** Realizou-se um estudo quase experimental de grupo único com estrutura pré-teste pós-teste, com uma amostra de 27 participantes crianças, com diagnóstico de Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção, recrutados em duas clínicas. Os participantes foram avaliados através do *Aim Trainer* e do *Reaction Time* da plataforma online de testes *Human Benchmark* num primeiro momento antes da intervenção, num segundo momento, 4 semanas depois e no fim da intervenção. A intervenção teve a duração de 12 sessões e foi utilizada RV com jogos focados na atenção: *Wack-a-mole*, *React* e *Shuffled*. Após a recolha dos dados, procedeu-se a uma análise estatística, sendo utilizada estatística descritiva para caracterizar a amostra e ANOVAs de medidas repetidas para testar a hipótese.

**Resultados:** Verificou-se uma melhoria na atenção após a intervenção, havendo diferenças significativas nas pontuações dos participantes nos três momentos ( $p_{RTT}=0,000$ ;  $p_{AT}=0,016$ ) sugerindo que o desempenho melhorou ao longo do tempo.

**Conclusão:** Com esta intervenção observaram-se melhorias na atenção após 12 semanas de intervenção com realidade virtual. A RV pode ser considerada uma ferramenta útil no tratamento da PHDA podendo se tornar num método de intervenção da prática da Terapia Ocupacional.

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

## **Abstract**

**Objective:** To assess the effectiveness of an intervention using virtual reality (VR) games in the treatment of attention in children aged 6 to 11 years, diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD).

**Methodology:** A quasi-experimental single-group pre-test/post-test study was conducted with a sample of 27 child participants, diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), recruited from two clinics. The participants were evaluated using the Aim Trainer and Reaction Time tools from the online testing platform Human Benchmark, at three points: initially before the intervention, four weeks later, and at the end of the intervention. The intervention lasted 12 sessions, using VR games focused on attention: Wack-a-mole, React, and Shuffled. After data collection, statistical analysis was performed using descriptive statistics to characterize the sample, and repeated measures ANOVAs to test the hypothesis.

**Results:** An improvement in attention was observed after the intervention, with significant differences in the participants' scores across the three assessment time points ( $p_{RTT}=0,000$ ;  $p_{AT}=0,016$ ), suggesting that performance improved over time.

**Conclusion:** This intervention showed improvements in attention after 12 weeks of virtual reality intervention. VR can be considered a useful tool in the treatment of ADHD and may become a viable method for Occupational Therapy practice.

**Keywords:** Attention Deficit Hyperactivity Disorder; Attention; Virtual Reality.

## Índice

<b>1. Introdução</b> .....	1
<b>2. Metodologia</b> .....	5
<b>2.1. Desenho de Estudo</b> .....	5
<b>2.2. Participantes</b> .....	6
<b>2.3. Instrumentos de Avaliação</b> .....	7
<b>2.3.1. Questionário socio-demográfico</b> .....	7
<b>2.3.2. Instrumentos para avaliação da atenção</b> .....	8
<b>2.4. Procedimento</b> .....	8
<b>2.5. Intervenção</b> .....	9
<b>3. Resultados</b> .....	12
<b>4. Discussão</b> .....	15
<b>5. Conclusão</b> .....	19
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	20
<b>Anexos</b> .....	28

## 1. Introdução

A Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção (PHDA) é uma perturbação do neurodesenvolvimento muito comum na infância, tendo uma prevalência de 5% em crianças e de 2,5% em adultos, sendo mais frequente no sexo masculino (American Psychiatric Association, 2014; Barkley, 2016). É caracterizada por sintomas de desatenção, hiperatividade e impulsividade que variam de acordo com a idade e o sexo (American Psychiatric Association, 2014; Salari et al., 2023) e estudos afirmam que os rapazes apresentam mais sintomas de impulsividade, tornando-se mais agressivos e demonstrando a sua frustração (Regan et al., 2022; Salari et al., 2023). Já as raparigas apresentam mais sintomas de desatenção não demonstrando os seus sentimentos ficando mais expostas a desenvolver depressão, ansiedade e distúrbios alimentares (Austerman, 2015; Regan et al., 2022; Salari et al., 2023).

O diagnóstico da PHDA surge, geralmente, na idade escolar e de acordo com os critérios do Manual de Diagnóstico e Estatístico de Perturbações Mentais - 5ª edição (DSM-5) (American Psychiatric Association [APA], 2014), para o diagnóstico de PHDA, seis dos sintomas apresentados no manual têm de estar presentes há pelo menos 6 meses e em dois ou mais ambientes (Austerman, 2015). A PHDA pode ser classificada em três subtipos: combinada, predominantemente desatenta e predominantemente hiperativa/impulsiva; e o subtipo pode mudar ao longo da infância (APA, 2014). Não existe um diagnóstico padronizado, mas para um diagnóstico correto é fundamental realizar um diagnóstico clínico (Austerman, 2015; Kessi et al., 2022; Zysset et al., 2023).

A Hiperatividade pode ser caracterizada por comportamentos de excesso de atividade motora em contextos desadequados, influenciando a educação e a participação social da criança (Regan et al., 2022). A Impulsividade é vista quando a criança tem dificuldades em manter o seu autocontrolo e a Desatenção é caracterizada por dificuldades em permanecer na tarefa e em manter o foco e organização durante as atividades, não conseguindo realizar as atividades e tarefas como pretendido (Austerman, 2015; Salari et al., 2023).

Atualmente, sabe-se que a PHDA é uma condição de saúde multifatorial, existindo evidências de que ocorre devido a uma interação entre fatores genéticos e fatores ambientais (Kessi et al., 2022; Kian et al., 2022; Regan et al., 2022). A exposição a fatores ambientais ocorre em períodos pré-natais e em fases gestacionais durante os diferentes estágios do desenvolvimento do sistema nervoso central (SNC), sendo, hipoxia perinatal, níveis baixos do

ácido docosa-hexaenoico e má nutrição da mãe durante a gestação, exposição a pesticidas e a exposição a metais pesados neurotóxicos, alguns dos fatores ambientais mais estudados como estando associados à PHDA (Kian et al., 2022; Núñez-Jaramillo et al., 2021; Regan et al., 2022).

Relativamente aos fatores genéticos estes podem ser de natureza hereditária tendo uma associação significativa para com a fisiopatologia da PHDA (Kessi et al., 2022; Kian et al., 2022). Vários estudos afirmam que como consequência destas interações existem irregularidades estruturais e funcionais nas redes cerebrais o que tem influência nas competências cognitivas, afetivas e motoras observadas na PHDA (Kessi et al., 2022; Kian et al., 2022; Núñez-Jaramillo et al., 2021). Baixos níveis da proteína neurotrofina estão relacionados com o volume cerebral reduzido observado na PHDA. Esta proteína tem um papel importante no desenvolvimento neuronal, influenciando a proliferação, migração, diferenciação e maturação neuronal, bem como para a sinaptogênese (Núñez-Jaramillo et al., 2021). O córtex pré-frontal, cerebelo e o núcleo caudado são as principais áreas afetadas da PHDA e são responsáveis pela atenção, emoções, comportamentos, ações e pensamentos (Kessi et al., 2022; Núñez-Jaramillo et al., 2021). A dopamina e a noradrenalina são neurotransmissores que influenciam o correto funcionamento destas áreas cerebrais e que estão em disfunção na PHDA sendo o sistema dopaminérgico importante para o desenvolvimento embrionário do SNC, portanto um desequilíbrio neste sistema afeta o desenvolvimento do cérebro (Kessi et al., 2022; Núñez-Jaramillo et al., 2021).

A PHDA em crianças tem um impacto negativo no descanso e sono, na educação e nas interações sociais, influenciando o desenvolvimento e a qualidade de vida. (American Psychiatric Association, 2014; Barkley, 2016; Coubard, 2022; Larsson et al., 2021; Vitulano et al., 2022; Yildiz Miniksar & Özdemir, 2021). Frequentemente coexiste com outras condições de saúde como dificuldades na aprendizagem, dificuldades na fala, ansiedade, perturbação de oposição e problemas de visão e audição (Cuffe et al., 2020; Kessi et al., 2022; Koyuncu et al., 2022). Ao longo da escolaridade, as crianças com PHDA têm maior probabilidade de ter um baixo desempenho na leitura, escrita e na matemática tendo consequentemente uma maior probabilidade de insucesso escolar devido às dificuldades na atenção (Pezzica et al., 2018; Shabat et al., 2021; Vitulano et al., 2022). Estudos de Abramov (2019) e Bunger e colaboradores (2021) afirmam que, para além dos défices nas funções executivas (FE) outras competências cognitivas relacionadas com a atenção estão em défice, como o estado de alerta e a distração. A atenção tem um papel fundamental no dia-a-dia influenciando o processamento da informação

e a aprendizagem e execução das tarefas (Pezzica et al., 2018). É definida como um estado de ativação que seleciona as informações e o desenrolar das ações de acordo com o meio ambiente e os objetivos e vontades internas, de forma consciente e controlada (Rueda et al., 2023). Esta envolve vários processos neurológicos como ver, ouvir, saber ou sentir, que surgem das interações das redes e dos sistemas cerebrais (Grossberg, 2021).

Berger e Posner (2000) afirmam que a atenção é um processo complexo que se caracteriza por três etapas: orientação, funções executivas e manutenção do estado de alerta. Segundo estes autores, a orientação é o que direciona a atenção visual para o estímulo alvo para posteriormente o processar, processo da responsabilidade do lobo parietal. As funções executivas controlam o comportamento, a resolução de problemas e a inibição de respostas automáticas, sendo da responsabilidade do córtex cingulado. E, por fim, as regiões do lobo frontal e parietal são responsáveis pela rede de alerta que mantém um estado de vigilância e prontidão, mantendo a atenção.

Cada uma destas etapas não se encontra localizada numa única área cerebral, ocorrendo diferentes tipos de atenção em diferentes sistemas cerebrais, estando todas interligadas (Berger & Posner, 2000; Grossberg, 2021; Rueda et al., 2023). Para ter um bom desempenho, a atenção requer um nível mínimo de ativação do sistema nervoso, ativação essa proveniente dos sistemas sensoriais (Berger & Posner, 2000; Rueda et al., 2023).

Relativamente ao tratamento da PHDA este inclui o tratamento farmacológico e não farmacológico (Catalá-López et al., 2015; Zysset et al., 2023). O tratamento farmacológico, através de medicação estimulante como o metilfenidato e anfetaminas é frequentemente utilizado dada a sua eficácia na melhoria da atividade dos neurotransmissores dopamina e noradrenalina (Kessi et al., 2022; Miklós et al., 2019; Neudecker et al., 2019). Johnson e colaboradores (2021) mostram a eficácia da medicação na PHDA, afirmando que esta melhora o desempenho cognitivo e académico, humor e comportamentos, e influenciando a qualidade de vida. Apesar da eficácia do tratamento farmacológico este tem alguns efeitos adversos a curto prazo como a diminuição de apetite, náuseas, cefaleias, insónias, nasofaringite, tonturas, dor abdominal, irritabilidade e sonolência (Núñez-Jaramillo et al., 2021). Já a longo prazo são relatados efeitos adversos como depressão, ansiedade, comportamento ou ideação suicida, perturbação bipolar, sintomas psicóticos, uso de substâncias, convulsões e perturbações do sono (Núñez-Jaramillo et al., 2021). No entanto, é muitas vezes, a primeira linha de tratamento na PHDA apesar de não haver relatos de que tenham benefícios cognitivos a longo prazo (Lambez

et al., 2020). As recomendações mais recentes apontam para a sua combinação com o tratamento não farmacológico (Lambez et al., 2020).

O tratamento não farmacológico pode incluir intervenções psicossociais – intervenções comportamentais, neurofeedback, treino cognitivo e *mindfulness* e ioga (Catalá-López et al., 2015; Dentz et al., 2024; Hahn-Markowitz et al., 2020; Lambez et al., 2020; Neudecker et al., 2019)

As intervenções comportamentais têm como objetivo diminuir comportamentos indesejados através de terapias cognitivo-comportamentais (Catalá-López et al., 2015).

Através do neurofeedback é possível visualizar a atividade cerebral de forma a aumentar a atenção e o controlo dos impulsos devido à autorregulação da atividade cerebral permitindo alcançar resultados comportamentais e neurofisiológicos específicos. Esta intervenção realiza a análise dos ritmos eletroencefalográficos (EEG) através de uma touca com elétrodos que permite a leitura e o registo da atividade elétrica do cérebro em tempo real ensinando o cérebro a reagir e a autorregular-se corrigindo as dificuldades associadas à atenção. (Catalá-López et al., 2015; Dentz et al., 2024; Van Doren et al., 2019).

Para o treino cognitivo são utilizados programas ou atividades específicas para melhorar o funcionamento cognitivo através da repetição de exercícios ao longo de várias semanas. Este treino tem como objetivo estimular uma ou mais funções cognitivas e, nos últimos anos, tem sido considerado bastante eficaz devido às evidências da neuroplasticidade, onde as redes cerebrais são estimuladas e melhoradas através da exposição a atividades cognitivas, tendo um impacto nos défices neuropsicológicos da PHDA, reduzindo os sintomas e melhorando o funcionamento cognitivo (Catalá-López et al., 2015; Chen et al., 2022; Dentz et al., 2024; Savcı et al., 2019; Stern et al., 2016).

O *mindfulness* inclui momentos de meditação e ioga que estimulam a gestão do stress e ansiedade através do foco da atenção no momento e experiência presentes (Dentz et al., 2024).

Nos últimos anos, e incluídos na modalidade de tratamento não farmacológico, têm sido utilizados diferentes sistemas tecnológicos, destacando-se o potencial de tecnologias inteligentes e imersivas, como a Realidade Virtual (RV), que tem sido utilizada para a reabilitação neuromotora e cognitiva. Esta evidencia resultados positivos em estudos anteriores relativos ao diagnóstico e tratamento da PHDA (Corrigan et al., 2023; Cunha et al., 2023; Goharinejad et al., 2022a; Romero-Ayuso et al., 2021; Zangiacomi et al., 2022).

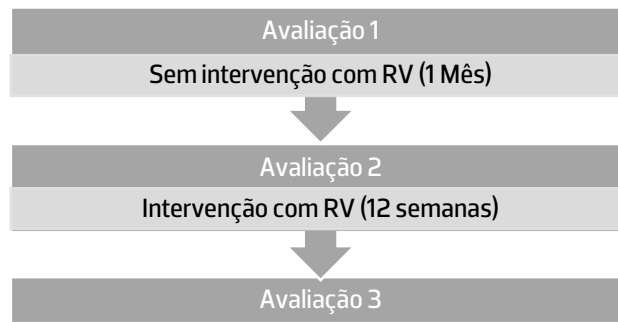
A RV consiste numa tecnologia imersiva que permite a interação com o ambiente virtual (Romero–Ayuso et al., 2021; Zhou & Deng, 2009). Fornece informações sensoriais e promove um meio terapêutico através da combinação do treino das competências motoras juntamente com as cognitivas (Georgiev et al., 2021; Shema–Shiratzky et al., 2019; Zhou & Deng, 2009). A RV tem inúmeras vantagens na reabilitação cognitiva como o facto de o ambiente existente ser personalizado com base nas características dos utilizadores e de a mesma proporcionar a motivação e a adesão através das propriedades dos jogos (Zangiacomi et al., 2022). Em crianças com PHDA a RV pode influenciar o desempenho cognitivo melhorando a execução de atividades que envolvam a atenção, inibição e o controlo de impulsos (Corrigan et al., 2023; Zangiacomi et al., 2022).

Apesar dos estudos existentes apontarem para uma influência positiva de intervenções com RV na melhoria do desempenho cognitivo em pessoas com PHDA, não existem muitos que estudem esses efeitos em crianças muito jovens. Assim, o presente estudo tem como objetivo verificar a eficácia de uma intervenção com recurso à RV, na melhoria da atenção, em crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 11 anos com diagnóstico de PHDA.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Desenho de Estudo**

Para dar resposta ao objetivo desenhou-se um estudo quantitativo, uma vez que os dados recolhidos são observáveis e possíveis de medir. É do tipo quase experimental com estrutura pré-teste pós-teste de grupo único (Figura 1), por não ser possível aos investigadores alocar aleatoriamente os participantes em dois grupos recebendo o grupo único testes repetidos antes e depois da intervenção, tornando-se no seu próprio grupo de controlo. (Cohen et al., 2007; Goldberg, 2016). Apresenta-se como longitudinal uma vez que envolveu o acompanhamento dos participantes ao longo do estudo (Goldberg, 2016) através de uma avaliação inicial, uma avaliação intermédia, uma intervenção e uma avaliação final. O estudo teve lugar na Fisiomato – Clínica de Medicina Física e Reabilitação e na Esfera Saúde, aprovado pela Comissão de Ética da Escola Superior de Saúde do P.Porto (ESS|P.Porto), sob o número CE0109C/2022. Colocou-se como hipótese que após a intervenção com RV o grupo iria apresentar um aumento da atenção na avaliação final comparativamente com a avaliação inicial e intermédia.



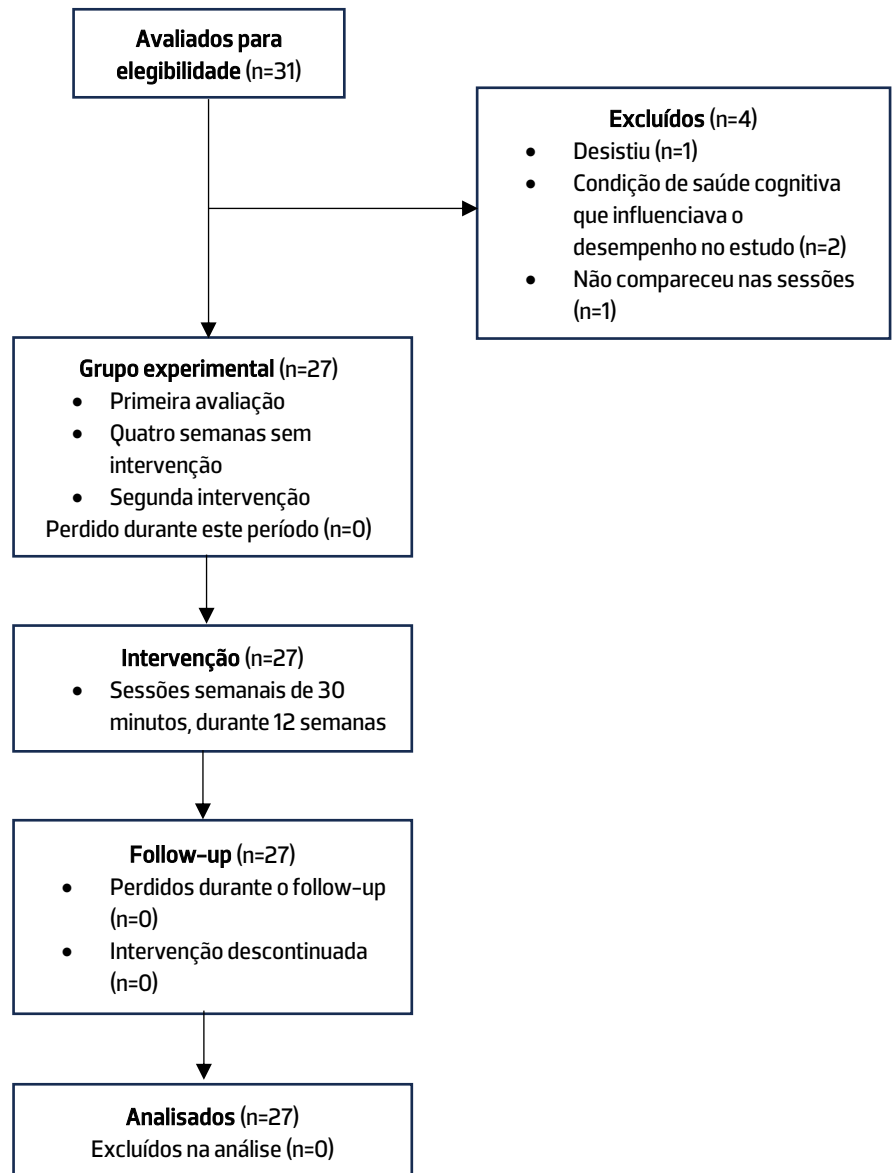
**Figura 1** – Estrutura de pré-teste-pós-teste de grupo único.

## 2.2. Participantes

A população do estudo foi selecionada por conveniência de entre os clientes que frequentam as clínicas Fisiomato e Esfera Saúde, pela facilidade de comunicação e acesso dos investigadores. A seleção da amostra seguiu um método não probabilístico intencional (Aaker et al., 2019; Schiffman & Kanuk, 2000) através da seleção de crianças com diagnóstico de PHDA dessas clínicas, respeitando os critérios de inclusão e exclusão do estudo.

Os critérios de inclusão definidos foram: (1) Ter idade compreendida entre os 6 e 11 anos por se encontrarem em idade escolar e conseqüentemente terem uma maior probabilidade de compreensão dos jogos (Blair, 2018). O limite dos 11 anos foi estabelecido uma vez que a nível cerebral há uma maior permeabilidade para a aprendizagem (Blair, 2018); (2) Ter diagnóstico de PHDA; (3) Ter capacidade de compreensão que permitisse a execução dos jogos. Foram excluídos todos os participantes com: (1) Alterações sensoriais visuais ou auditivas que comprometessem o desempenho nos jogos; (2) Problemas motores observáveis que impedissem a utilização do equipamento de RV; (3) Presença de alguma outra patologia do neurodesenvolvimento que impedisse a compreensão e execução dos jogos devido aos possíveis défices de percepção, linguagem e de resolução de problemas (*e.g.* alterações sensoriais visuais ou auditivas); (4) Existência de diagnóstico de epilepsia pela probabilidade de ocorrer crises epiléticas por fotossensibilidade e não ser recomendado; (5) Estarem a receber uma intervenção semelhante que pudesse confundir os resultados obtidos.

O processo de recrutamento e seleção da amostra encontra-se descrito no diagrama *CONSORT* (Consolidated Standards of Reporting Trials) (Schulz et al., 2010), presente na figura 2.



**Figura 2.** Fluxograma da alocação dos participantes

## 2.3. Instrumentos de Avaliação

### 2.3.1. Questionário socio-demográfico

Numa primeira fase foi entregue um questionário ao encarregado de educação da criança onde foram recolhidas informações como a idade e sexo, presença de outra patologia ou condições de saúde, toma de alguma medicação e qual o contacto e experiência da criança com dispositivos ou jogos de RV no passado.

### 2.3.2. Instrumentos para avaliação da atenção

Para a avaliação recorreu-se à plataforma de testes cognitivos *Human Benchmark*, (*Human Benchmark*, n.d.). Esta plataforma *online* de acesso livre, após registo, é uma plataforma composta por oito testes de avaliação de competências cognitivas. Para avaliação da atenção foram administrados o *Reaction Time Test* (RTT) e o *Aim Trainer* (AT) (*Human Benchmark*, n.d.).

Estes testes são baseados no *Psychomotor Vigilance Task* (PVT) da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) (Arsintescu et al., 2019). O NASA-PVT é um teste de 5 minutos de atenção visual sustentada, administrado num dispositivo móvel, mantido em orientação *landscape* onde os participantes usam o polegar da mão dominante para responder aos estímulos podendo o jogo ser ajustado a qualquer tempo desejado. Tal como como o PVT tradicional, o intervalo entre os estímulos varia entre 2 a 10 segundos, distribuídos aleatoriamente. A exibição do estímulo foi concebida para parecer semelhante ao PVT-192, onde surge um estímulo vermelho representado por um contador de milissegundos numa pequena caixa retangular sobre um fundo preto. Este teste tem um valor de confiabilidade de  $\alpha = 0,8$  e mede o tempo de reação a um estímulo (Arsintescu et al., 2019; Basner & Dingus, 2011).

No RTT o utilizador tem de carregar no cursor do *Wireless Mouse* quando surgir uma luz verde a cobrir o ecrã, o mais rápido possível. A luz verde surge em 5 momentos, estando anteriormente a ela uma luz vermelha no ecrã. Posteriormente é dada uma média do tempo de reação numa escala de milissegundos (*Human Benchmark*, n.d.).

Já o *Aim Trainer* é um teste que avalia os reflexos e a coordenação olho-mão que tem como objetivo clicar o mais rápido possível nos 30 alvos que vão surgindo no ecrã individualmente e em posições diferentes. A pontuação indica a média do tempo que o utilizador demorou a carregar em cada um dos alvos desde o momento em que surgiram no ecrã numa escala de milissegundos (*Human Benchmark*, n.d.).

## 2.4. Procedimento

Para realização do estudo, foi pedida a aprovação da Comissão de Ética da ESS|P.Porto. Para além disso, pediu-se autorização às respetivas clínicas de saúde para realização do estudo, bem como o acesso aos seus utentes com diagnóstico de PHDA. Posteriormente, foi partilhado um consentimento informado com o responsável legal de cada criança, assegurando a

anonimidade e confidencialidade dos dados tendo por base a Declaração de Helsínquia (World Medical Association, 2013). Estes foram informados do objetivo do estudo bem como de todo o seu procedimento dando a possibilidade de desistência sem penalização a qualquer momento. Foi pedido aos responsáveis que preenchessem o questionário e de seguida, os participantes selecionados foram avaliados antes da intervenção, em dois momentos: um momento inicial (M1) e um segundo momento (M2) com 4 semanas de intervalo entre cada momento. Entre o M1 e o M2 os participantes continuaram a frequentar as sessões de terapia ocupacional habituais. Após a segunda avaliação deu-se logo início à intervenção com a duração de 15 semanas. Após o fim da intervenção os participantes foram novamente avaliados (terceiro momento – M3). O estudo foi conduzido por três investigadores, havendo um investigador na clínica Esfera Saúde e dois investigadores na Clínica Fisiomato. Todos foram treinados na utilização dos equipamentos e software. Todos os dados referentes aos participantes vão ser guardados durante 10 anos, estando à responsabilidade dos investigadores. As recolhas foram numericamente codificadas e guardadas em formato digital (Smith et al., 2015).

## **2.5. Intervenção**

A intervenção teve início após as duas primeiras avaliações (M1 e M2) estarem completas e tendo um protocolo constituído por 12 sessões, de aproximadamente 30 minutos cada, conduzidas nas instalações da Fisiomato ou da Esfera Saúde. Da intervenção faz parte um conjunto de jogos de RV disponibilizados pela empresa *Virtuleap (Virtuleap - Treinamento Cerebral Em RV, 2022)*. Os seis jogos foram apresentados aos participantes no decorrer das três primeiras sessões, em que foram realizados dois jogos por sessão. A apresentação consistiu numa breve explicação do jogo, seguida da execução do mesmo. Nas sessões seguintes todos os jogos foram jogados.

Não foram realizadas quaisquer alterações aos jogos originais, sendo possível aceder aos mesmos através da plataforma Enhance (Virtuleap, 2022) num *head-mounted display* (HMD) óculos Quest, modelo “Quest”, fabricados pela empresa Meta com dois controladores de movimento. Este sistema apenas necessitava de se encontrar ligado a uma rede *Wifi*. Ao longo das sessões esteve presente na sala o investigador responsável por cada clínica ajudando na colocação HMD óculos Quest e a iniciar cada jogo.

Jogos que compõem a intervenção:

*Maestro* - O jogador conduz um coro de toupeiras, em que algumas se elevam e iluminam, enquanto cantam uma nota e formam um desenho. O jogador necessita de decorar o desenho visto e, com o auxílio da batuta, indicar se o novo desenho que vê é o mesmo ou é diferente do anterior. Tem como objetivo treinar e avaliar a memória de trabalho e a capacidade de codificar, armazenar e manipular informação durante um curto período (Virtuleap, 2022).

*Memory Wall* - O jogador tem de memorizar as posições dos cubos que se iluminam, numa grelha tridimensional e, quando o padrão desaparece, tem de reproduzir o padrão visto. A dificuldade do jogo aumenta em cada nível pois o tamanho da grelha e o número de cubos que compõem o padrão aumentam. Tem como objetivo treinar a memória visuoespacial de curto prazo, e a capacidade de reter temporariamente a informação (Virtuleap, 2022).

*Magic Deck* - É revelado por um robô um conjunto de cartas com imagens abstratas e coloridas, uma de cada vez e numa posição diferente. Depois de todas as cartas terem sido mostradas o robô irá mostrar novamente as cartas, mas numa posição neutra, e o jogador tem de indicar a que posição é que pertence cada carta. A dificuldade do jogo aumenta com o aumento do número de localizações possíveis e o número de padrões que têm de ser memorizados. Tem como objetivo treinar a memória episódica através da recolha de informações associadas a um determinado contexto (Virtuleap, 2022).

*Whack-a-mole* - O jogador necessita de reagir o mais rápido possível, mantendo a concentração na tarefa, a uma apresentação aleatória de toupeiras que se levantam dos buracos a intervalos aleatórios, tendo de as atingir com o martelo antes que desapareçam. As toupeiras aparecem a diferentes intervalos de tempo e em diferentes posições ficando o jogo mais difícil à medida que aumenta a velocidade das toupeiras a aparecerem começando a surgir toupeiras simultaneamente. Tem como objetivo treinar e avaliar a atenção mantida e a capacidade de codificar e operar a informação recebida produzindo uma resposta (Virtuleap, 2022).

*React* - Neste jogo existem dois portais e o jogador tem de categorizar os objetos que vão surgindo e aproximando-se de si de acordo com sua forma e cor, colocando-os no respetivo portal. Durante o jogo, o jogador tem de se adaptar a contextos dinâmicos, pois os portais podem colocar-se em posições diferentes em vários momentos durante os níveis. Para além disto, à medida que o jogo aumenta de nível, os objetos alvo, que são os objetos aceites pelos portais, vão

surgindo em conjunto com outros objetos distratores que devem ser ignorados. Tem como objetivo treinar competências de troca de tarefas e inibição de respostas (Virtuleap, 2022).

*Shuffled* - No início de cada ronda é mostrado ao jogador um grupo de alforrecas onde uma delas se ilumina durante um curto período de tempo antes de todas se começarem a misturar e a mover pelo ambiente. O jogador tem de manter a sua atenção na alforreca alvo que se move e se mistura com outras alforrecas que atuam como distratores. Posteriormente, as alforrecas alinham-se em frente ao jogador e ele tem de selecionar a que acha ser a alforreca alvo. A dificuldade aumenta aumentando o número de alforrecas e as características da sua cinemática. Tem como objetivo treinar e avaliar a atenção visual seletiva e a capacidade de concentração num objeto visual enquanto se ignora outros estímulos (Virtuleap, 2022).

Os jogos *Wack-a-mole*, *React* e *Shuffled* foram os jogos utilizados para trabalhar a atenção, sendo os mais relevantes para o atual estudo.

Tabela com a programação das sessões:

Sessão	Jogos					
1ª	Maestro	Wack a Mole				
2ª	Memory Wall	React				
3ª	Magic Deck	Shuffled				
4ª a 12ª	Maestro	Wack a Mole	Memory Wall	React	Magic Deck	Shuffled

## 2.6. Análise Estatística

Os dados do questionário sociodemográfico, dos instrumentos de avaliação e do desempenho dos jogos foram registados numa folha do *Microsoft Office Excel* onde se procedeu à limpeza e seleção dos dados, que foram depois exportados para o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 29.0 (IBM, 2022). Foi considerado um nível de significância ( $\alpha$ ) de 0,05 com um intervalo de confiança (IC) de 95% para todos os testes estatísticos utilizados (Maroco J, 2018). Para caracterizar a amostra foi utilizada estatística descritiva utilizando medidas de tendência central e de dispersão como, nomeadamente, a média ( $\bar{x}$ ) e o desvio padrão (dp) para variáveis contínuas ou discretas e frequências relativas (%) para dados nominais ou ordinais.

Posteriormente, foi testada a normalidade das variáveis através do teste de *Shapiro-Wilk* ou pela análise de distribuição dos dados, utilizando critérios de decisão para a assimetria e para a curtose, visando valores menores que 2,0 e 9,0, respectivamente (Gignac, 2019). Considerou-se que os dados foram normais e por esse motivo a hipótese foi testada com recurso a ANOVAs unilaterais de medidas repetidas para comparar as condições de pré e pós intervenção (Gignac, 2019).

A esfericidade foi testada utilizando o Teste de *Mauchly*, com o teste de *Huynh-Feldt* a ser aplicado quando esta suposição não era cumprida e quando o *épsilon* era superior a 0,57. Nos casos em que estes critérios não foram cumpridos, foi utilizado o teste de *Greenhouse-Geisser* (Gignac, 2019). O teste de *Bonferroni* foi utilizado como *post-hoc* para determinar onde estavam localizadas as diferenças entre os três momentos da avaliação.

### 3. Resultados

A amostra foi constituída por 26 participantes (Tabela 1), com idades compreendidas entre os 6 e 11 anos (idade média =  $8,07 \pm 1,22$ ), sendo a maioria do sexo masculino (77,80%). Relativamente à medicação, 48,10% dos participantes não tomavam medicação e 51,90% dos participantes tomavam.

**Tabela 1.** Caracterização sociodemográfica relativamente à idade, sexo e toma de medicação.

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

( $\bar{x}$  – média; dp – desvio padrão; % – frequência relativa; n – frequência absoluta)

Os resultados nos testes RT e AT nos três momentos de avaliação (Tabela 2) mostram uma variação nos tempos médios de reação, que foram diminuindo da 1ª para a 2ª e desta para a 3ª avaliação havendo diferenças significativas nas pontuações dos participantes nos três

momentos ( $p_{RTT}=0,000$ ;  $p_{AT}=0,016$ ) sugerindo que o desempenho melhorou ao longo do tempo.

**Tabela 2.** Diferenças de pontuação nos três momentos de avaliação

	M1 $\bar{x} \pm dp$	M2 $\bar{x} \pm dp$	M3 $\bar{x} \pm dp$	p-value	Power
RTT	507,00 ± 206,46	433,88 ± 138,80	379,69 ± 79,41	0,001*	0,983
AT	1489,73 ± 690,84	1300,08 ± 472,88	1206,00 ± 464,846	0,016	0,698

(RTT- *Reaction Time Test*; AT – *Aim Trainer*;  $\bar{x}$  - média; dp – desvio padrão; p-value – entre sujeitos)

Quando se analisam as diferenças de pontuação dos três momentos de avaliação (Tabela 3) é possível verificar que houve diferenças significativas no RTT entre o M1 e o M2 ( $p=0,026$ ), o M1 e M3 ( $p<0,001$ ) e o M2 e M3 ( $p=0,003$ ) e no AT entre o M1 e o M2 ( $p=0,032$ ), o M1 e M3 ( $p=0,016$ ) e o M2 e M3 ( $p=0,057$ ). Desta forma, apesar de haver diferenças entre os vários momentos, verifica-se que o valor de significância é mais relevante entre M1 e M3 e no caso do RTT, igualmente relevante entre o M2 e M3 sugerindo que a intervenção teve efeito na redução destes valores.

**Tabela 3.** Diferenças de pontuação entre os momentos de avaliação

	RTT		AT	
	Diferença da média	p-value <sup>a</sup>	Diferença da média	p-value <sup>a</sup>
<b>M1 vs. M2</b>	73,115	0,026	189,654	0,032
<b>M1 vs. M3</b>	127,308	0,000	283,731	0,016
<b>M2 vs. M3</b>	54,192	0,003	94,077	0,057

(RTT- *Reaction Time Test*; AT – *Aim Trainer*; \*p-value- *Pairwise Comparisons Bonferroni*; \*p-value<0,05)

Quando se considera a influência do sexo nos resultados da avaliação (Tabela 4) verifica-se que apenas houve diferenças significativas no RTT ( $p=0,020$ ). A interação entre o sexo e os resultados do AT não apresentam valores significativos. Desta forma, verifica-se que o valor de significância é relevante no caso do RTT e que os tempos de reação diminuem ao longo do tempo, independentemente do sexo.

**Tabela 4.** Diferenças de pontuação entre os momentos de avaliação relativamente ao sexo.

	Sexo	. M1	. M2	. M3	p-value <sup>a</sup>	p-value <sup>b</sup>	power <sup>a</sup>	power <sup>b</sup>
RTT	M	520,38 ± 226,31	436,05 ± 153,12	375,14 ± 85,51	0,020*	0,386	0,709	0,209
	F	450,80 ± 73,90	424,80 ± 55,25	398,80 ± 55,25				
AT	M	1521,67±718,53	1287,33±437,86	1180,33 ± 467,43	0,204	0,345	0,330	0,230
	F	1355,60±611,25	1353,60±659,22	1313,80 ± 490,00				

(p-value<sup>a</sup> - Within-subjects p-value; p-value<sup>b</sup>- interação p-value; power<sup>a</sup> - Within-subjects; power<sup>b</sup>- interação; RTT- *Reaction Time Test*; AT - *Aim Trainer*; \*p-value<0,05)

Quando se analisam as diferenças de pontuação entre os três momentos de avaliação tendo em consideração o sexo (Tabela 5), é possível verificar que no RTT se verificam apenas diferenças entre o M1 e o M3 (p=0,015), sugerindo que as diferenças de pontuação encontradas foram apenas entre estes dois momentos.

**Tabela 5.** Diferenças de pontuação entre os três momentos de avaliação considerando o sexo.

	Sexo			
	RTT		AT	
	Diferença da média ± dp	p-value <sup>a</sup>	Diferença da média ± dp	p-value <sup>a</sup>
<b>M1 vs. M2</b>	55,167 ± 39,43	0,175	118,167 ± 105,32	0,273
<b>M1 vs. M3</b>	98,619 ± 37,691	0,015*	191,567 ± 139,08	0,181
<b>M2 vs. M3</b>	43,452 ± 21,36	0,053	73,400 ± 60,53	0,237

(RTT- *Reaction Time Test*; AT - *Aim Trainer*; \*p-value - *Pairwise Comparisons Bonferroni*; dp - desvio padrão; \*p-value<0,05)

A análise da influência da medicação nos resultados da avaliação (Tabela 6) mostra que houve diferenças significativas no RTT (p=0,001) e no AT (p=0,005) entre os três momentos de avaliação. No entanto, os valores da interação mostram que essas diferenças acontecem quer as crianças tomassem ou não medicação, havendo melhorias independentemente do efeito da medicação.

**Tabela 6.** Diferenças de pontuação entre os momentos de avaliação relativamente à toma de medicação.

	Medicação	. M1	. M2	. M3	p-value <sup>a</sup>	p-value <sup>b</sup>	power <sup>a</sup>	power <sup>b</sup>
RTT	Não	557,23 ± 208,17	462,85 ± 163,02	392,46 ± 74,09	0,001*	0,377	0,990	0,213
	Sim	456,77 ± 200,01	404,92 ± 108,38	366,92 ± 85,41				
AT	Não	1681,54±857,16	1427,92±536,92	1271,85± 431,39	0,005*	0,333	0,857	0,237
	Sim	1297,92±424,09	1172,23±377,06	1140,15 ± 504,66				

(p-value<sup>a</sup> - Within-subjects p-value; p-value<sup>b</sup>- interação p-value; power<sup>a</sup> - Within-subjects; power<sup>b</sup>- interação; RTT- *Reaction Time Test*; AT - *Aim Trainer*; \*p-value<0,05)

O teste *post-hoc* entre as diferenças de pontuação nos três momentos de avaliação considerando a influência da medicação (Tabela 7), mostra que se verificam diferenças significativas entre todos momentos no RTT (M1vsM2 – p=0,027; M1vsM3 – p=0,001; M2vsM3 – p= 0,004) e no AT (M1vsM2 – p=0,033; M1vsM3 – p=0,016; M2vsM3 – p= 0,053).

**Tabela 7.** Diferenças de pontuação entre os três momentos de avaliação considerando a medicação.

	Medicação			
	RTT		AT	
	Diferença da média ± dp	p-value <sup>a</sup>	Diferença da média ± dp	p-value <sup>a</sup>
<b>M1 vs. M2</b>	73,115 ± 31,13	0,027*	189,654 ± 84,08	0,033*
<b>M1 vs. M3</b>	127,308 ± 29,67	0,001*	283,731 ± 109,26	0,016*
<b>M2 vs. M3</b>	54,192 ± 16,75	0,004*	95,077 ± 46,32	0,053*

(RTT- *Reaction Time Test*; AT - *Aim Trainer*; \*p-value - *Pairwise Comparisons Bonferroni*; dp – desvio padrão; \*p-value<0,05)

#### 4. Discussão

O presente estudo teve como objetivo verificar a eficácia de uma intervenção com RV na melhoria da atenção de crianças com PHDA. Os nossos resultados revelam que a intervenção com RV focada na estimulação da atenção pode melhorar o desempenho de crianças com PHDA. Até onde há conhecimento dos autores, existem poucos estudos publicados que verifiquem os efeitos de uma intervenção com recurso a RV na atenção, particularmente em crianças. No entanto, estes resultados vão ao encontro desses estudos anteriores que demonstram a eficácia

de intervenções cognitivas semelhantes nas funções executivas (Blair, 2018; Corrigan et al., 2023; Jahn et al., 2021; Wong et al., 2023).

Romero-Ayuso e seus colaboradores (2021), numa revisão sistemática e meta-análise, avaliaram a eficácia de intervenções baseadas em RV, selecionando ensaios clínicos com grupo de controlo randomizados e não randomizados sujeitos a intervenções com RV em crianças com diagnóstico de PHDA. Concluíram que as intervenções baseadas em RV são eficazes na melhoria do desempenho cognitivo na PHDA, mais especificamente na atenção sustentada. Corrigan e colaboradores (2023), também numa meta-análise avaliaram a eficácia de intervenções imersivas baseadas em RV na melhoria dos défices na atenção de crianças com PHDA, tendo encontrado sete ensaios clínicos randomizados de crianças com PHDA, que estudaram a eficácia das intervenções baseadas em RV. Os resultados indicaram efeitos positivos destas intervenções e independentemente da duração da intervenção e da idade dos participantes. Isto salienta o potencial das intervenções baseadas em RV para melhorar os défices na atenção, característicos da PHDA. Apesar da escassez de estudos que versem o tema, os trabalhos encontrados corroboram os resultados do nosso estudo e parecem apontar no sentido de considerar a RV como uma tecnologia promissora para o treino cognitivo.

Salientam-se, para além destes, alguns estudos que não utilizaram jogos sérios como intervenção mas, recorreram à RV e a um ambiente imersivo de sala de aula virtual na sua intervenção na atenção da população com PHDA (Bioulac et al., 2020; Coleman et al., 2019; Guedj et al., 2023; Neğuç et al., 2017). As salas de aula virtuais surgiram para dar resposta à falta de sensibilidade dos testes de desempenho contínuo tradicionais e incorporam um cenário de uma sala de aula, onde é necessário dar resposta aos estímulos que surgem num quadro negro observados desde a cadeira e mesa da sala de aula, enquanto vão ocorrendo distrações típicas do ambiente escolar. Para a criação desta sala, em contexto clínico, é usado um sistema de realidade virtual HMD com o objetivo de avaliar e medir competências como a atenção, impulsividade e distração (Coleman et al., 2019). Os resultados também são promissores nestes estudos, como o de Bioulac e colaboradores (2020), em que numa sala de aula virtual, de forma a testar um novo programa de remediação cognitiva, concluíram que o programa de remediação cognitiva realizado reduz a distração de crianças com PHDA. No entanto, este tipo de intervenções pode desmotivar os participantes uma vez que não recorrem a jogos sérios. Os jogos sérios, através da gamificação, promovem dinâmicas que motivam e tornam as

intervenções mais lúdicas, aumentando a adesão dos participantes, como o caso dos jogos utilizados neste estudo (Peñuelas-Calvo et al., 2022).

Numa revisão sistemática sobre programas de treino cognitivo e tecnologias digitais, como jogos sérios, videojogos e RV, Robledo-Castro e colaboradores (2023) estudaram os efeitos destes nas FE. Identificaram que as crianças em idade escolar são das populações mais estudadas e que a atenção se encontra dentro das funções também mais estudadas. Em crianças com diagnóstico de PHDA, afirmam haver efeitos positivos na memória de trabalho e na atenção, diminuindo os sintomas de hiperatividade e melhorando o desempenho nas atividades da vida diária. Já em crianças de idade pré-escolar e escolar, foi relatado, que intervenções deste tipo tiveram efeitos moderados e significativos, melhorando competências como o controlo inibitório, raciocínio, tomada de decisão, controlo motor, leitura e resolução de problemas. É reconhecido por estes autores os benefícios da estimulação cognitiva através de programas de RV para as funções executivas, em diferentes faixas etárias, mas é também salientado a falta de estudos em populações específicas e com pesquisas mais aprofundadas.

Um estudo piloto de Cunha e colaboradores (2023), utilizou a mesma intervenção descrita neste estudo para avaliar a sua eficácia na velocidade de processamento e memória de trabalho de estudantes do ensino superior com sintomas de PHDA. A amostra foi constituída por 25 participantes adultos que foram distribuídos por um grupo de controlo passivo e um grupo de intervenção que completou 10 sessões com os jogos *Whack-a-mole*, *Shuffled*, *Assembly*, *React*, *Memory Wall* e *Maestro*. O grupo submetido à intervenção teve melhorias na velocidade de processamento, resultados estes que vão ao encontro dos do presente estudo, evidenciando assim a eficácia desta intervenção nas competências cognitivas.

Uma das vantagens das tecnologias como a RV é o fator motivacional. Diferentes estudos (Fleming et al., 2017; Jahn et al., 2021; Makransky & Lilleholt, 2018) afirmam que se verifica o aumento do envolvimento dos participantes numa intervenção com RV e que em contextos educacionais pode aumentar a motivação e o entretenimento para com a mesma. Tem sido identificado como barreira para a eficácia das intervenções convencionais a falta de motivação dos participantes, apesar de receberem incentivo e apoio por parte do especialista. A RV pode simular um ambiente real na qual é possível interagir, oferecendo um meio controlado e seguro válido para a reabilitação cognitiva, podendo ser mais facilmente integrado no funcionamento da vida diária. Face a esta sensação de presença provocada pela sua capacidade de imersão o envolvimento dos participantes aumenta. Goharinejad e colaboradores (2022) identificam a RV

como uma tecnologia vantajosa para o diagnóstico da PHDA com benefícios nas competências cognitivas, mencionando a motivação para com a intervenção como uma das consequências para estes resultados, devido à diversão, interesse e feedback em tempo real que a RV proporciona. Também no presente estudo, foi possível concluir que os participantes se encontravam satisfeitos, interessados e motivados com os jogos, sendo um outro fator a considerar para o sucesso dos resultados obtidos. Tem sido verificado, ao longo de vários estudos, um efeito positivo de intervenções com RV na atenção de crianças com PHDA e o mesmo confirma o potencial da RV para melhorar os défices na atenção que são dos principais défices na PHDA.

A literatura tem vindo a demonstrar que o uso de tecnologias para o treino cognitivo é um bom método de intervenção, devido ao facto de ser possível executar uma prática repetida de tarefas desafiantes, existindo assim uma estimulação das funções executivas consequente da ativação do circuito neuronal do córtex pré-frontal (Blair, 2018; Gibson et al., 2015). Numa revisão sistemática Peñuelas-Calvo e colaboradores (2022) estudaram o efeito dos videojogos em crianças com PHDA concluindo que as intervenções terapêuticas baseadas em treino cognitivo com recurso a videojogos potenciam melhorias nos défices cognitivos da PHDA com impacto na redução dos sintomas.

O nosso estudo apresenta algumas limitações como o tamanho da amostra e o facto de não ter um grupo de controlo. Realizar o mesmo estudo, mas com estes critérios poderá ser útil para comprovar a eficácia desta intervenção na atenção. Face ao impacto que a atenção tem no dia-a-dia de crianças com PHDA (Keilow et al., 2018; Viuda-Suárez et al., 2023; Waldon et al., 2018) é importante estudar a eficácia de intervenções nesta componente. Bethune e colaboradores (2023), num estudo com 209 crianças com PHDA, entre os 5 e 11 anos de idade, investigaram a influência dos sintomas da PHDA no comprometimento funcional concluindo que há um impacto negativo entre os sintomas e o funcionamento diário das crianças. Já Viuda-Suárez e colaboradores (2023) analisaram o estado clínico, a ocupação e as dificuldades na vida diária de duas crianças com diagnóstico de PHDA ao fim de cinco e dez anos, afirmando, segundo a literatura, que na idade adulta os sintomas de desatenção têm tendência a aumentar, o que comprova a necessidade de intervir nestes défices face ao impacto nas atividades da vida diária. Assim, mais estudos que se foquem no estudo de intervenções com recurso a tecnologias digitais serão benéficos para entender de que forma é que estas têm impacto e que melhorias podem promover em crianças com PHDA. Recomenda-se ainda que, ao contrário do que aconteceu neste estudo, haja uma avaliação de seguimento após o fim da intervenção de forma a identificar

se os efeitos ganhos com a mesma foram mantidos e generalizados para o dia-a-dia de cada participante, o que não foi possível implementar, uma vez que exigia um período de intervenção mais longo.

## **5. Conclusão**

O presente estudo tem como objetivo verificar a eficácia de uma intervenção com recurso a RV no tratamento da atenção de crianças com PHDA. Através deste estudo foi possível verificar que houve melhorias na atenção da primeira e segunda avaliação para a terceira, indicando que as intervenções com RV aparentam ter resultados positivos e encorajadores na estimulação cognitiva desta população. Estes ganhos cognitivos podem levar a um melhor desempenho diário e conseqüente qualidade de vida. No entanto, este fator não foi avaliado neste estudo tendo o mesmo ocorrido num ambiente experimental controlado, considerando importante a realização de pesquisas futuras na aplicabilidade das intervenções de RV no mundo real para fornecer uma eficácia mais concreta da intervenção descrita. A RV pode ser considerada uma ferramenta útil no tratamento da PHDA sendo exequível tornar-se num método de intervenção da prática da Terapia Ocupacional pelo impacto que pode ter no contexto escolar, familiar e de lazer destas crianças, através da melhoria das competências cognitivas.

## Referências Bibliográficas

- Aaker, D., Kumar, V., Leone, D. & Day, G. (2019). *Marketing Research*.
- Abramov, D. M., Cunha, C. Q., Galhanone, P. R., Alvim, R. J., de Oliveira, A. M. & Lazarev, V. V. (2019). Neurophysiological and behavioral correlates of alertness impairment and compensatory processes in ADHD evidenced by the Attention Network Test. *PLoS ONE*, *14*(7), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219472>
- American Psychiatric Association. (2014). *DSM-5: manual diagnóstico e estatística de transtornos mentais*. [http://dislex.co.pt/images/pdfs/DSM\\_V.pdf](http://dislex.co.pt/images/pdfs/DSM_V.pdf)
- Arsintescu, L., Kato, K. H., Cravalho, P. F., Feick, N. H., Stone, L. S. & Flynn-Evans, E. E. (2019). Validation of a touchscreen psychomotor vigilance task. *Accident Analysis and Prevention*, *126*(November), 173–176. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.041>
- Austerman, J. (2015). ADHD and behavioral disorders: Assessment, management, and an update from DSM-5. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, *82*, 2–7. <https://doi.org/10.3949/CCJM.82.S1.01>
- Barkley, R. A. (2016). Commentary: Recent longitudinal studies of childhood attention-deficit/hyperactivity disorder: Important themes and questions for further research. *Journal of Abnormal Psychology*, *125*(2), 248–255. <https://doi.org/10.1037/abn0000125>
- Basner, M. & Dinges, D. F. (2011). Maximizing PVT Sensitivity—Basner and Dinges. *Sleep*, *34*, 581–591.
- Berger, A. & Posner, M. I. (2000). Pathologies of brain attentional networks. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *24*(1), 3–5. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(99\)00046-9](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(99)00046-9)
- Bethune, S. C., Rogers, M. A., Smith, D., Whitley, J., Hone, M. & McBrearty, N. (2023). The Impact of Internalizing Symptoms on Impairment for Children With ADHD: A Strength-Based Perspective. *Journal of Attention Disorders*, *27*(1), 26–37. <https://doi.org/10.1177/10870547221115874>
- 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>
- Blair, C. (2018). Educating Executive Function. *Physiology & Behavior*, *176*(5), 139–148. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.1801473>.The

- Bünger, A., Urfer-Maurer, N. & Grob, A. (2021). Multimethod Assessment of Attention, Executive Functions, and Motor Skills in Children With and Without ADHD: Children's Performance and Parents' Perceptions. *Journal of Attention Disorders*, *25*(4), 596–606. <https://doi.org/10.1177/1087054718824985>
- Catalá-López, F., Hutton, B., Núñez-Beltrán, A., Mayhew, A. D., Page, M. J., Ridaó, M., Tobías, A., Catalá, M. A., Tabarés-Seisdedos, R. & Moher, D. (2015). The pharmacological and non-pharmacological treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents: Protocol for a systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Systematic Reviews*, *4*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13643-015-0005-7>
- Chen, S., Yu, J., Zhang, Q., Zhang, J., Zhang, Y. & Wang, J. (2022). Which Factor Is More Relevant to the Effectiveness of the Cognitive Intervention? A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials of Cognitive Training on Symptoms and Executive Function Behaviors of Children With Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Frontiers in Psychology*, *12*(January), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.810298>
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*.
- Coleman, B., Marion, S., Rizzo, A., Turnbull, J. & Nolt, A. (2019). Virtual reality assessment of classroom-related attention: an ecologically relevant approach to evaluating the effectiveness of working memory training. *Frontiers in Psychology*, *10*, 1851.
- Corrigan, N., Păsărelu, 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>
- Coubard, O. A. (2022). Attention deficit and hyperactivity disorder disrupts selective mechanisms of action. *Clinical Neurophysiology*, *140*, 145–158. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2022.06.003>
- Cuffe, S. P., Visser, S. N., Holbrook, J. R., Danielson, M. L., Geryk, L. L., Wolraich, M. L. & McKeown, R. E. (2020). ADHD and Psychiatric Comorbidity: Functional Outcomes in a School-Based Sample of Children. *Journal of Attention Disorders*, *24*(9), 1345–1354. <https://doi.org/10.1177/1087054715613437>
- Cunha, F., Campos, S., Simões-Silva, V., Brugada-Ramentol, V., Sá-Moura, B., Jalali, H., Bozorgzadeh, A. & Trigueiro, M. J. (2023). The effect of a virtual reality based intervention on processing speed and working memory in individuals with ADHD—A pilot-study. *Frontiers*

- in Virtual Reality*, 4(February), 1–12. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1108060>
- Dentz, A., Soelch, C. M., Fahim, C., Torsello, A., Parent, V., Ponsioen, A., Guay, M. C., Bioulac-Rogier, S., Clément, C., Bader, M. & Romo, L. (2024). Non-pharmacological treatment of Attention Deficit Disorder with or without Hyperactivity (ADHD). Overview and report of the first international symposium on the non-pharmacological management of ADHD. *Encephale*, 50(3), 309–328. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2023.04.010>
- Fleming, T. M., Bavin, L., Stasiak, K., Hermansson-Webb, E., Merry, S. N., Cheek, C., Lucassen, M., Lau, H. M., Pollmuller, B. & Hetrick, S. (2017). Serious games and gamification for mental health: Current status and promising directions. *Frontiers in Psychiatry*, 7(JAN). <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2016.00215>
- Georgiev, D. D., Georgieva, I., Gong, Z., Nanjappan, V. & Georgiev, G. V. (2021). Virtual reality for neurorehabilitation and cognitive enhancement. *Brain Sciences*, 11(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/brainsci11020221>
- Gibson, K., Carpenter, D., Moore, A. L. & Mitchell, T. (2015). Training the Brain to Learn: Beyond Vision Therapy. *Vision Development & Rehabilitation*, 1(2), 120–129. <https://doi.org/10.31707/vdr2015.1.2.p120>
- Gignac, G. (2019). *How2statsbook, 1 ed.; Online; Author: Perth, Australia.*
- Goharinejad, S., Goharinejad, S., Hajesmaeel-Gohari, S. & Bahaadinbeigy, K. (2022a). The usefulness of virtual, augmented, and mixed reality technologies in the diagnosis and treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children: an overview of relevant studies. *BMC Psychiatry*, 22(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12888-021-03632-1>
- Goharinejad, S., Goharinejad, S., Hajesmaeel-Gohari, S. & Bahaadinbeigy, K. (2022b). The usefulness of virtual, augmented, and mixed reality technologies in the diagnosis and treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children: an overview of relevant studies. *BMC Psychiatry*, 22(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12888-021-03632-1>
- Goldberg, A. E. (2016). Quantitative Research. *The SAGE Encyclopedia of LGBTQ Studies, 2015*, 44–48. <https://doi.org/10.4135/9781483371283.n319>
- Grossberg, S. (2021). Attention: Multiple types, brain resonances, psychological functions, and conscious states. *Journal of Integrative Neuroscience*, 20(1), 197–232. <https://doi.org/10.31083/J.JIN.2021.01.406>
- Guedj, C., Tyrand, R., Badier, E., Planchamp, L., Stringer, M., Zimmermann, M. O., Férat, V., Ha-Vinh Leuchter, R. & Grouiller, F. (2023). Self-Regulation of Attention in Children in a Virtual

- Classroom Environment: A Feasibility Study. *Bioengineering*, 10(12), 1–19. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10121352>
- Hahn–Markowitz, J., Berger, I., Manor, I. & Maeir, A. (2020). Efficacy of Cognitive–Functional (Cog–Fun) Occupational Therapy Intervention Among Children With ADHD: An RCT. *Journal of Attention Disorders*, 24(5), 655–666. <https://doi.org/10.1177/1087054716666955>
- Human Benchmark. (n.d.). <https://humanbenchmark.com>
- Human Benchmark. (2007).
- IBM. (2022). *Statistical Package for the Social Science (SPSS) (No. 29)*.
- Jahn, F. S., Skovbye, M., Obenhausen, K., Jespersen, A. E. & Miskowiak, K. W. (2021). Cognitive training with fully immersive virtual reality in patients with neurological and psychiatric disorders: A systematic review of randomized controlled trials. *Psychiatry Research*, 300(April), 113928. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.113928>
- Johnson, M., Åsberg Johnels, J., Östlund, S., Cedergren, K., Omanovic, Z., Hjalmarsson, K., Jakobsson, K., Högstedt, J. & Billstedt, E. (2021). Long-term medication for ADHD and development of cognitive functions in children and adolescents. *Journal of Psychiatric Research*, 142(August), 204–209. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2021.07.055>
- Keilow, M., Holm, A. & Fallesen, P. (2018). Medical treatment of Attention Deficit/ Hyperactivity Disorder (ADHD) and children’s academic performance. *PLoS ONE*, 13(11), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207905>
- Kessi, M., Duan, H., Xiong, J., Chen, B., He, F., Yang, L., Ma, Y., Bamgbade, O. A., Peng, J. & Yin, F. (2022). Attention-deficit/hyperactive disorder updates. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 15(September). <https://doi.org/10.3389/fnmol.2022.925049>
- Kian, N., Samieefar, N. & Rezaei, N. (2022). Prenatal risk factors and genetic causes of ADHD in children. *World Journal of Pediatrics*, 18(5), 308–319. <https://doi.org/10.1007/s12519-022-00524-6>
- Koyuncu, A., Ayan, T., Ince Guliyev, E., Erbilgin, S. & Deveci, E. (2022). ADHD and Anxiety Disorder Comorbidity in Children and Adults: Diagnostic and Therapeutic Challenges. *Current Psychiatry Reports*, 24(2), 129–140. <https://doi.org/10.1007/s11920-022-01324-5>
- Lambez, B., Harwood–Gross, A., Golumbic, E. Z. & Rassovsky, Y. (2020). Non-pharmacological interventions for cognitive difficulties in ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychiatric Research*, 120(October 2019), 40–55. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2019.10.007>

- Larsson, I., Aili, K., Nygren, J. M., Jarbin, H. & Svedberg, P. (2021). Parents' experiences of weighted blankets' impact on children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and sleep problems—A qualitative study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(24). <https://doi.org/10.3390/ijerph182412959>
- Makransky, G. & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*, *66*(5), 1141–1164. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>
- Maroco J. (2018). *Análise estatística com o SPSS Statistics. 7th ed.*
- Miklós, M., Futó, J., Komáromy, D. & Balázs, J. (2019). Executive function and attention performance in children with ADHD: Effects of medication and comparison with typically developing children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph16203822>
- Neguț, 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>
- Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. K. & Woll, A. (2019). Exercise Interventions in Children and Adolescents With ADHD: A Systematic Review. *Journal of Attention Disorders*, *23*(4), 307–324. <https://doi.org/10.1177/1087054715584053>
- Núñez-Jaramillo, L., Herrera-Solís, A. & Herrera-Morales, W. V. (2021). Adhd: Reviewing the causes and evaluating solutions. *Journal of Personalized Medicine*, *11*(3), 1–25. <https://doi.org/10.3390/jpm11030166>
- Peñuelas-Calvo, I., Jiang-Lin, L. K., Girela-Serrano, B., Delgado-Gomez, D., Navarro-Jimenez, R., Baca-Garcia, E. & Porras-Segovia, A. (2022). Video games for the assessment and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review. *European Child and Adolescent Psychiatry*, *31*(1), 5–20. <https://doi.org/10.1007/s00787-020-01557-w>
- Pezzica, S., Vezzani, C. & Pinto, G. (2018). Metacognitive knowledge of attention in children with and without ADHD symptoms. *Research in Developmental Disabilities*, *83*(August), 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.08.005>
- Regan, S. L., Williams, M. T. & Vorhees, C. V. (2022). Review of rodent models of attention deficit hyperactivity disorder. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *132*, 621–637. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.11.041>
- Robledo-Castro, C., Castillo-Ossa, L. F. & Corchado, J. M. (2023). Artificial Cognitive Systems

- Applied in Executive Function Stimulation and Rehabilitation Programs: A Systematic Review. *Arabian Journal for Science and Engineering*, *48*(2), 2399–2427. <https://doi.org/10.1007/s13369-022-07292-5>
- Romero-Ayuso, D., Toledano-González, A., Rodríguez-Martínez, M. del C., Arroyo-Castillo, P., Triviño-Juárez, J. M., González, P., Ariza-Vega, P., Del Pino González, A. & Segura-Fragoso, A. (2021). Effectiveness of virtual reality-based interventions for children and adolescents with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Children*, *8*(2). <https://doi.org/10.3390/children8020070>
- Rueda, M. R., Moyano, S. & Rico-Picó, J. (2023). Attention: The grounds of self-regulated cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, *14*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1002/wcs.1582>
- Salari, N., Hasheminezhad, R., Heidarisharaf, P., Khaleghi, A. A., Azizi, A. H., Shohaimi, S. & Mohammadi, M. (2023). The global prevalence of ADHD in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology: X*, *19*, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.eurox.2023.100237>
- Savcı, U., Tufan, A. E., Öztürk, Y. & Cansız, M. A. (2019). Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu Tanılı Çocuk ve Ergenlerde Yürütücü İşlev Sorunları ve Tedavisi. *Psikiyatride Guncel Yaklasimler - Current Approaches in Psychiatry*, *11*(2), 223–238. <https://doi.org/10.18863/pgy.424793>
- Schiffman, L. & Kanuk, L. (2000). *Consumer research. In Consumer behaviour*. Upper Saddle River: Prentice Hall International.
- Schulz, K. F., Altman, D. G. & Moher, D. (2010). CONSORT 2010 Statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ (Online)*, *340*(7748), 698–702. <https://doi.org/10.1136/bmj.c332>
- Shabat, T., Fogel-Grinvald, Anaby, D. & Golos, A. (2021). Perfil de participación de niños y jóvenes, de 6 a 14 años, con y sin TDAH, y el impacto de los factores ambientales. *Revista Ciencias de La Actividad Física*, *18*(2), 1–16. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/2/537>
- Shema-Shiratzky, S., Brozgol, M., Cornejo-Thumm, P., Geva-Dayan, K., Rotstein, M., Leitner, Y., Hausdorff, J. M. & Mirelman, A. (2019). Virtual reality training to enhance behavior and cognitive function among children with attention-deficit/hyperactivity disorder: brief report. *Developmental Neurorehabilitation*, *22*(6), 431–436. <https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1476602>

- Smith, P., Morrish, R. & Ross, D. (2015). Field trials of health interventions: a toolbox. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 41(4), 452–452. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.12577>
- Stern, A., Malik, E., Pollak, Y., Bonne, O. & Maeir, A. (2016). The Efficacy of Computerized Cognitive Training in Adults With ADHD: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Attention Disorders*, 20(12), 991–1003. <https://doi.org/10.1177/1087054714529815>
- Van Doren, J., Arns, M., Heinrich, H., Vollebregt, M. A., Strehl, U. & K. Loo, S. (2019). Sustained effects of neurofeedback in ADHD: a systematic review and meta-analysis. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 28(3), 293–305. <https://doi.org/10.1007/s00787-018-1121-4>
- Virtuleap. (2022). *Enhance Games Overview*. April.
- Virtuleap - Treinamento cerebral em RV*. (2022). <https://virtuleap.com/>
- Vitulano, L. A., Mitchell, J. T., Vitulano, M. L., Leckman, J. F., Saunders, D., Davis, N., Woodward, D., Goodhue, B., Artukoglu, B. & Kober, H. (2022). Parental perspectives on attention-deficit/hyperactivity disorder treatments for children. *Clinical Child Psychology and Psychiatry*, 27(4), 1019–1032. <https://doi.org/10.1177/13591045221108836>
- Viuda-Suárez, M. E. de la, Alonso-Lorenzo, J. C., Ruiz-Jiménez, F. J. & Luciano-Soriano, C. (2023). Evolución de menores diagnosticados con trastorno de déficit de atención e hiperactividad. Estudio de seguimiento en una muestra española. *Gaceta Médica de México*, 159(3), 194–201. <https://doi.org/10.24875/GMM.M23000771>
- Waldon, J., Vriend, J., Davidson, F. & Corkum, P. (2018). Sleep and Attention in Children With ADHD and Typically Developing Peers. *Journal of Attention Disorders*, 22(10), 933–941. <https://doi.org/10.1177/1087054715575064>
- Wong, K. P., Qin, J., Xie, Y. J. & Zhang, B. (2023). Effectiveness of Technology-Based Interventions for School-Age Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *JMIR Mental Health*, 10(1). <https://doi.org/10.2196/51459>
- World Medical Association. (2013). Declaration of Helsinki, ethical principles for scientific requirements and research protocols. *Bulletin of the World Health Organization*, 79(4), 373. <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
- Yıldız Miniksar, D. & Özdemir, M. (2021). Sleep quality in children and adolescents with attention-

deficit and hyperactivity disorder. *Archives de Pediatrie*, 28(8), 668–676.  
<https://doi.org/10.1016/j.arcped.2021.09.017>

Zangiacomi, A., Flori, V., Greci, L., Scaglione, A., Arlati, S. & Bernardelli, G. (2022). An immersive virtual reality-based application for treating ADHD: A remote evaluation of acceptance and usability. *Digital Health*, 8. <https://doi.org/10.1177/20552076221143242>

Zhou, N. N. & Deng, Y. L. (2009). Virtual reality: A state-of-the-art survey. *International Journal of Automation and Computing*, 6(4), 319–325. <https://doi.org/10.1007/s11633-009-0319-9>

Zysset, A., Robin, D., Albermann, K., Dratva, J., Hotz, S., Wieber, F. & von Rhein, M. (2023). Diagnosis and management of ADHD: a pediatric perspective on practice and challenges in Switzerland. *BMC Pediatrics*, 23(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-03873-x>

## Anexos

1.

ESCOLA  
SUPERIOR  
DE SAÚDE  
POLITÉCNICO  
DO PORTO

P. PORTO

### DECLARAÇÃO

Para efeito do pedido de realização das respetivas provas públicas de Dissertação/Projeto ou Estágio de Mestrado, declara-se que o(a) estudante Ana Filipa Figueiredo Cunha, com o n.º 10180631, do Mestrado Terapia Ocupacional - Neurodesenvolvimento da Escola Superior de Saúde do Politécnico do Porto, finalizou o trabalho com o título "Intervenção com recurso à Realidade Virtual na atenção de crianças com diagnóstico de PHDA" encontrando-se apto(a) para a defesa da mesma(o).

Porto, 26 de Setembro de 2024

Assinado por: **Maria João Ribeiro Fernandes Trigueiro**  
Num. de Identificação: 00269600  
Data: 2024.09.26 20:28:14 +0100

Assinado por: **Vitor Domingos Simões da Silva**  
Num. de Identificação: 10050426  
Data: 2024.09.26 20:28:14 +0100  
Assinatura (quando aplicável)

## DECLARAÇÃO DIREITOS DE AUTOR

Ana Filipa Figueiredo Cunha

NOME

10180631

NÚMERO DE ESTUDANTE

Terapia Ocupacional – Neurodesenvolvimento

MESTRADO

Declaro que sou o autor da dissertação/trabalho de projeto/relatório de estágio com o título: "Intervenção com recurso à Realidade Virtual na atenção de crianças com diagnóstico de PHDA".

A dissertação/trabalho de projeto/relatório de estágio apresentada é uma obra original e inédita. Autorizo a disponibilização no Repositório Institucional do Instituto Politécnico do Porto (RECIPP), integrado na rede RCAAP, em conformidade com o art. 50.º do Decreto-Lei nº 115/2013 que estabelece a obrigatoriedade de depósito de uma versão digital das teses/ dissertações científicas.

Comprometo-me a enviar a versão definitiva em formato pdf da dissertação/ trabalho de projeto/ relatório de estágio para o email [mestrados@ess.ipp.pt](mailto:mestrados@ess.ipp.pt), caso o júri aprove a dissertação, o trabalho de projeto ou o relatório de estágio com recomendação de correção, no prazo máximo de 5 dias após a prova pública, conforme o n.º 5, do art. 19.º do Regulamento de Segundos Ciclos da ESS|P.PORTO.

Mais declaro que autorizo a ESS|P.PORTO, a arquivar e/ou converter a tese/dissertação entregue para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, sem alienação dos direitos de autor ou alteração do conteúdo da mesma.

Tipo de acesso:

- Aberto
- Acesso aberto, mas com exclusão permanente de capítulos/anexos confidenciais – especificar quais:  
-----
- Restrito, acesso exclusivo à comunidade P.PORTO
- Fechado.

Pretendo restringir o acesso à tese/dissertação acima referida durante o período de:

6 meses  12 meses  3 anos,

a partir da data de hoje, com a seguinte justificação devidamente assinada pelo orientador:

Contém dados temporariamente confidenciais;  Compromisso com edição comercial;

A subscrição da presente declaração não implica a renúncia à titularidade dos direitos de autor e ao direito de usar a obra em trabalhos futuros, os quais são pertença do seu criador intelectual.

Porto, 26 de Setembro de 2024

Assinado por: Ana Filipa Figueiredo Cunha  
Num. de identificação: 1543884  
Data: 2024.09.26 10:51:15 +0100  
Assinatura do autor

Como professor orientador da dissertação/trabalho de projeto/relatório de estágio acima referida concordo com os termos de pedido do embargo formulado e anexo parecer justificado.

Porto, 26 de Setembro de 2024

Assinado por: Maria João Ribeiro Fernandes Trigueiro  
Num. de identificação: 06966055  
Data: 2024.09.27 09:27:08 +0100  
Assinatura do orientador

Assinado por: Vitor Domingos Simões da Silva  
Num. de identificação: 10050426  
Data: 2024.09.27 19:05:33 +0100

3.

REQUERIMENTO  
DE ADMISSÃO DE PROVAS  
DISSERTAÇÃO | PROJETO | RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Terapia Ocupacional	Neurodesenvolvimento
MESTRADO EM	ÁREA

IDENTIFICAÇÃO

Ana Filipa Figueiredo Cunha	00180631
NOME	NÚMERO ESTUDANTE

TÍTULO DISSERTAÇÃO | TRABALHO DE PROJETO | RELATÓRIO DE ESTÁGIO

<b>Intervenção com recurso à Realidade Virtual na atenção de crianças com diagnóstico de PHDA</b>
TÍTULO

Maria João Trigueiro
ORIENTADOR

Vitor Simões Silva
CO-ORIENTADOR

Este Requerimento será entregue no Serviço de Gestão Académica acompanhado de:

a) Declaração assinada pelo Orientador e, caso exista, pelo Co-Orientador confirmando a conclusão da dissertação | trabalho de projeto | relatório de estágio e a sua conformidade para ser apresentada publicamente;

b) Declaração de direitos de autor;

E envio da tese em formato PDF para o endereço de correio eletrónico [mestrados@ess.ipp.pt](mailto:mestrados@ess.ipp.pt)

**Nota:** Na formatação da dissertação | trabalho de projeto | relatório de estágio devem ser atendidas as normas definidas no Manual Normas para a Elaboração e Apresentação de Dissertações, Trabalhos de Projeto e Relatórios de Estágio da ESS|P.PORTO.

Nos termos da legislação em vigor vem requerer a V. Ex<sup>sa</sup>. A admissão às provas em epígrafe.

Pede deferimento,

26/09/2024

Assinado por: **Ana Filipa Figueiredo Cunha**  
Num. de identificação: 15430084  
Data: 2024.09.26 11:06:10 +0100  
O Estudante

(a preencher pelo Serviço de Gestão Académica)

Confirmo documentação anexa ao requerimento: Declaração conforme alínea a)  e alínea b)

Confirmo a receção da tese em formato PDF para [mestrados@ess.ipp.pt](mailto:mestrados@ess.ipp.pt)

Situação académica e regularização de propinas:

O estudante tem aprovação em todas as unidades curriculares que constituem o plano de estudos.

As propinas encontram-se devidamente regularizadas.

O Serviço de Gestão Académica,

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_

4.

**International Journal of Rehabilitation Research**  
**Virtual Reality based intervention for the Attention of Children Diagnosed with ADHD**  
 --Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	IJRR-D-24-00430
<b>Full Title:</b>	Virtual Reality based intervention for the Attention of Children Diagnosed with ADHD
<b>Article Type:</b>	Original Study
<b>Keywords:</b>	Keywords: Attention Deficit Hyperactivity Disorder; Attention; Virtual Reality.
<b>Corresponding Author:</b>	Ana Filipa Cunha, Bachelor's degree ESS: Instituto Politecnico do Porto Escola Superior de Saude PORTUGAL
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>	
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	ESS: Instituto Politecnico do Porto Escola Superior de Saude
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>	
<b>First Author:</b>	Ana Filipa Cunha, Bachelor's degree
<b>First Author Secondary Information:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	Ana Filipa Cunha, Bachelor's degree
<b>Order of Authors Secondary Information:</b>	
<b>Manuscript Region of Origin:</b>	PORTUGAL
<b>Abstract:</b>	<p>This study aims to assess the effectiveness of an intervention using virtual reality (VR) games in the treatment of attention in children aged 6 to 11 years, diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD).</p> <p>A quasi-experimental single-group pre-test/post-test study was conducted with a sample of 27 child participants, diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), recruited from two clinics. The participants were evaluated using the Aim Trainer and Reaction Time tools from the online testing platform Human Benchmark, at three points: initially before the intervention, four weeks later, and at the end of the intervention. The intervention lasted 12 sessions, using VR games focused on attention: Wack-a-mole, React, and Shuffled. After data collection, statistical analysis was performed using descriptive statistics to characterize the sample, and repeated measures ANOVAs to test the hypothesis.</p> <p>An improvement in attention was observed after the intervention, with significant differences in the participants' scores across the three assessment time points (p<sub>RTT</sub>=0,000; p<sub>AT</sub>=0,016), suggesting that performance improved over time. As such, VR can be considered a useful tool in the treatment of ADHD and may become a viable method for Occupational Therapy practice.</p>

# **The effect of a virtual reality based intervention on attention in children diagnosed with ADHD**

## **Authors**

Ana Filipa Figueiredo Cunha

[filipafcunha@icloud.com](mailto:filipafcunha@icloud.com)

Vítor Simões Silva

Maria João Trigueiro

Carolina Carrola

There are no conflicts of interest.

There is no source of funding.

Word count: 2973

**Abstract**

This study aims to assess the effectiveness of an intervention using virtual reality (VR) games in the treatment of attention in children aged 6 to 11 years, diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD).

A quasi-experimental single-group pre-test/post-test study was conducted with a sample of 27 child participants, diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), recruited from two clinics. The participants were evaluated using the Aim Trainer and Reaction Time tools from the online testing platform Human Benchmark, at three points: initially before the intervention, four weeks later, and at the end of the intervention. The intervention lasted 12 sessions, using VR games focused on attention: Wack-a-mole, React, and Shuffled. After data collection, statistical analysis was performed using descriptive statistics to characterize the sample, and repeated measures ANOVAs to test the hypothesis. An improvement in attention was observed after the intervention, with significant differences in the participants' scores across the three assessment time points ( $p_{RTT}=0,000$ ;  $p_{AT}=0,016$ ), suggesting that performance improved over time. As such, VR can be considered a useful tool in the treatment of ADHD and may become a viable method for Occupational Therapy practice.

**Keywords:** Attention Deficit Hyperactivity Disorder; Attention; Virtual Reality.

## 1. Introduction

Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is a common neurodevelopmental disorder in children, characterized by inattention, hyperactivity, and impulsivity. Symptoms vary by age and sex (1); boys often show more impulsivity and aggression, while girls typically display inattention, making them more susceptible to depression, anxiety, and eating disorders. Hyperactivity involves excessive movement in inappropriate situations, affecting education and social interactions (3). Impulsivity indicates poor self-control, while inattention involves difficulty staying focused and organized, leading to incomplete tasks (2).

Nowadays, it is known that ADHD is a multifactorial health condition, with evidence suggesting it occurs due to an interaction between genetic and environmental factors (4). ADHD in children has a negative impact on rest and sleep, education and social interactions, negatively impacting development and quality of life (1,6–10). It often coexists with other health conditions such as learning difficulties, speech issues, anxiety, oppositional defiant disorder, and vision and hearing problems (5,11,12). During school years, children with ADHD are more likely to have low academic performance (8,13,14). Studies by Abramov (2019) and Bunger et al. (2021) state that, in addition to deficits in executive functions (EF), other cognitive skills related to attention are also impaired, such as alertness and distraction. Attention is crucial for daily life, affecting information processing, learning, and task execution (14). It is defined as a state of activation that selectively focuses on information and directs actions based on environmental and internal goals (17). This involves several neurological processes such as seeing, hearing, knowing, or feeling, which arise from the interactions of brain networks and systems (18).

Regarding ADHD treatment, it includes both pharmacological and non-pharmacological approaches (19). Pharmacological treatment, often through stimulant medications such as methylphenidate and amphetamines, is frequently used due to its effectiveness in improving the activity of dopamine and norepinephrine (7,23). Non-pharmacological treatment can include psychosocial interventions – behavioral interventions, neurofeedback, cognitive training, mindfulness, and yoga (22, 23).

Recently, various technological systems have been used, highlighting the potential of smart and immersive technologies, such as Virtual Reality (VR), which has been used for neuromotor and cognitive rehabilitation. This has shown positive results in previous studies related to the diagnosis and treatment of ADHD (24–26).

VR is an immersive technology that allows for interaction with a virtual environment (26). Despite existing studies indicating a positive influence of VR interventions on cognitive performance in individuals with ADHD, there are few that examine these effects in very young children. Therefore, the present study aims to assess the effectiveness of a VR intervention in improving attention in children aged between 6 and 11 years old diagnosed with ADHD.

## **2. Methods**

### **2.1. Study Design**

To address the objective, a quantitative study was designed, as the collected data are observable and measurable. It is a quasi-experimental study with a pre-test/post-test structure using a single group, since it was not possible for the researchers to randomly assign participants to two groups. The single group

received repeated tests before and after the intervention, effectively becoming its own control group (29,30). It is longitudinal, as it involved following the participants throughout the study (29) through an initial assessment, intermediate assessment, intervention, and a final evaluation. The study was conducted at Fisiomato – Clínica de Medicina Física e Reabilitação and Esfera Saúde, approved by the Ethics Committee of the Escola Superior de Saúde do P.Porto (ESS|P.Porto), under number CE0109C/2022.

## **2.2. Participants**

The study population was selected by convenience from clients attending Fisiomato and Esfera Saúde clinics, due to ease of communication and access for the researchers. The sample selection followed a non-probability intentional method (31,32) através da seleção de crianças com diagnóstico de PHDA dessas clínicas, respeitando os critérios de inclusão e exclusão do estudo.

By choosing children attending these clinics diagnosed with ADHD, adhering to the study's inclusion and exclusion criteria.

The inclusion criteria were defined as follows: (1) Age between 6 and 11 years old, due to being in school age and therefore more likely to understand the games. The upper limit of 11 years of age was established due to greater brain permeability for learning at this age (33); (2) Having ADHD diagnosis; (3) Sufficient comprehension ability to perform the games. Participants were excluded if they had: (1) Visual or auditory sensory impairments that would compromise game performance; (2) Observable motor problems preventing the use of the VR equipment; (3) Any other neurodevelopmental disorders that would hinder the understanding and execution of the games due to potential deficits in perception,

language, and problem-solving (e.g., visual or auditory sensory impairments); (4) A diagnosis of epilepsy due to the risk of seizures from photosensitivity, making participation inadvisable; (5) Receiving similar interventions that could interfere with the results obtained.

The recruitment and sample selection process is described in the *CONSORT* (Consolidated Standards of Reporting Trials) (Schulz et al., 2010) shown in figure 2.

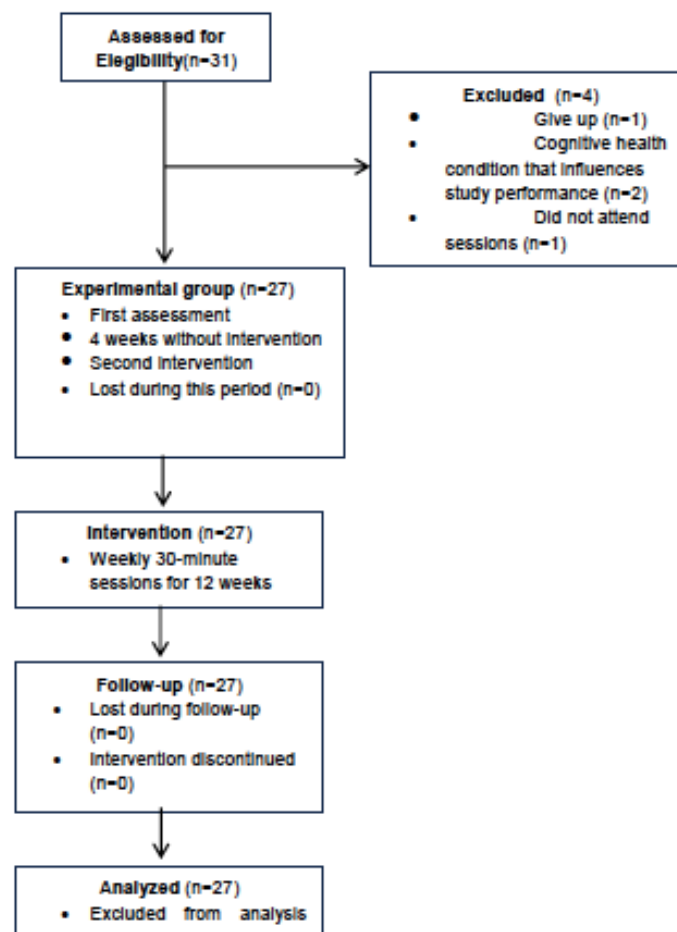


Figure 2. CONSORT diagram of study design

### **2.3. Assessment instruments**

#### **2.3.1. Socio-demographic questionnaire**

A questionnaire was given to the child's legal guardian to collect information such as age and sex, presence of other health conditions or pathologies, current medication use, and the child's contact and experience with VR devices or games in the past.

#### **2.3.2. Instruments for attention assessment**

To assess attention, the Human Benchmark cognitive testing platform was used (34). For attention assessment, the Reaction Time Test (RTT) and the Aim Trainer (AT) were administered (34).

These tests are based on the *Psychomotor Vigilance Task* (PVT) developed by the *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) (35).

In the RTT, the user clicks the cursor of the wireless mouse as soon as a green light covers the screen, as quickly as possible. The green light appears 5 times, following a red light that is displayed beforehand. (34).

The Aim Trainer test evaluates reflexes and hand-eye coordination, requiring the user to click as quickly as possible on 30 targets that appear individually and in different positions on the screen (*Human Benchmark*, n.d.).

### **2.4. Procedure**

To conduct the study, approval was requested from the Ethics Committee of ESS|P.Porto. Authorization was obtained from the respective health clinics for the study to be performed and to access their patients diagnosed with ADHD. Informed consent was then shared with the legal guardian of each child, ensuring anonymity and confidentiality of the data in accordance with the Declaration of Helsinki (37). The guardians were informed of the study's objectives and procedures and were given the option to withdraw at any time without penalty. Guardians were asked to complete the questionnaire, and the selected participants were evaluated before the intervention at two points: an initial assessment (M1) and a second assessment (M2), with a 4-week interval between them. During this period, participants continued to attend their usual occupational therapy sessions. After the second assessment, the 15-week intervention began immediately. At the end of the intervention, participants were evaluated once more (third assessment – M3). The study was conducted by three researchers, with one researcher at the Esfera Saúde clinic and two at the Fisiomato clinic. All researchers were trained in the use of the equipment and software. Participant data will be stored for 10 years under the responsibility of the researchers. The data collections were numerically coded and stored in digital format (38).

## **2.5. Intervention**

The intervention commenced after the first two assessments (M1 and M2) and followed a protocol of 12 sessions, each lasting about 30 minutes, held at Fisiomato or Esfera Saúde. Participants engaged with six virtual reality (VR) games from Virtuleap (39), introduced over the first three sessions with two games per session.

Each game was briefly explained before play, and all games were utilized in subsequent sessions.

No modifications were made to the original games, and they were accessed through the Enhance platform (40) on a "Quest" model head-mounted display (HMD) headset.

Games included in the intervention:

Wack-a-mole: The player reacts quickly to hit moles that pop up randomly from holes. As the game progresses, moles appear faster, in different positions, and multiple at once, increasing the challenge (40).

React - The player categorizes objects by shape and color, placing them in the correct portal. As the game progresses, portals change positions, and distracting objects appear, requiring quick adaptation (40).

Shuffled - The player tracks a target jellyfish as it briefly lights up and then moves among others. After mixing, the jellyfish line up, and the player must identify the target. (40).

## 2.6. Statistical Analysis

The data were exported to the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software, version 29 (41). To characterize the sample, variables were coded: age in years, sex as male or female, and medication intake as yes or no. Descriptive statistics were employed to characterize the sample, using measures of central tendency and dispersion.

Subsequently, normality of the variables was tested using the Shapiro-Wilk test or by analyzing the data distribution, applying decision criteria for skewness and kurtosis, aiming for values below 2.0 and 9.0, respectively (42). The data were considered normal, and for this reason, the hypothesis was tested using repeated measures one-way ANOVA to compare the conditions before and after the intervention (42).

Sphericity was assessed using Mauchly's Test. When violated and epsilon exceeded 0.57, the Huynh-Feldt correction was applied; otherwise, the Greenhouse-Geisser correction was used (42). The Bonferroni test was conducted as a post-hoc analysis to identify differences among the three assessment moments.

### 3. Results

The samples consisted of 26 participants (Table 1), aged between 6 and 11 years old (average age =  $8,07 \pm 1,22$ ), with most being male (77,80%). Regarding medication, 48,10% participants do not take any, while 51,90% do.

**Table 1.** Sociodemographic characterization of the sample with regards to age, sex, and medication intake.

	$\bar{x} \pm dp$	n (%)
Age (years)	8,07±1,22	
Sex	Male	21 (77,80)
	Female	6 (22,20)
Medication	No	13 (48,10)
	Yes	14 (51,90)

( $\bar{x}$  – average; SD – standard deviation; % - relative frequency; n – absolute frequency)

Results in the RT and AT tests in the three assessment moments (Table 2) showcase a variation in the average reaction times, which decreased from the first to the second assessments, and from the second to the third assessments. There were significant differences in the participants' scores across the three moments ( $p_{RTT}=0,000$ ;  $p_{AT}=0,016$ ), suggesting performance improved over time.

**Table 2.** Score differences in the three assessment moments.

	M1 $\bar{x} \pm dp$	M2 $\bar{x} \pm dp$	M3 $\bar{x} \pm dp$	p-value	Power
<b>RTT</b>	507,00 ± 206,46	433,88 ± 138,80	379,69 ± 79,41	0,001*	0,983
<b>AT</b>	1489,73 ± 690,84	1300,08 ± 472,88	1206,00 ± 464,846	0,016	0,698

(RTT- Reaction Time Test; AT – Aim Trainer;  $\bar{x}$  – average; SD – standard deviation; p-value – between subjects)

When analyzing the score differences across the three evaluation points (Table 3), significant differences were observed in the RTT between M1 and M2 ( $p=0.026$ ), M1 and M3 ( $p<0.001$ ), and M2 and M3 ( $p=0.003$ ), as well as in the AT between M1 and M2 ( $p=0.032$ ), M1 and M3 ( $p=0.016$ ), and M2 and M3 ( $p=0.057$ ). Although differences are present across several points, the significance is more pronounced between M1 and M3, and in the case of RTT, also between M2 and M3. This suggests that the intervention had an impact on reducing these values.

**Table 3.** Score differences between the three assessment moments

	RTT		AT	
	Difference of the average	p-value <sup>a</sup>	Difference of the average	p-value <sup>a</sup>
<b>M1 vs. M2</b>	73,115	0,026	189,654	0,032
<b>M1 vs. M3</b>	127,308	0,000	283,731	0,016
<b>M2 vs. M3</b>	54,192	0,003	94,077	0,057

(RTT- Reaction Time Test; AT – Aim Trainer; <sup>a</sup>p-value - Pairwise Comparisons Bonferroni; <sup>b</sup>p-value<0,05)

When considering the influence of sex on the evaluation results (Table 4), significant differences were only found in the RTT ( $p=0.020$ ). The interaction between sex and AT results did not show significant values. Therefore, the significance is relevant in the case of RTT, indicating that reaction times decreased over time, irrespective of sex.

**Table 4.** Score differences between the assessment moments in relation to sex.

	Sex	,M1	,M2	,M3	p-value <sup>a</sup>	p-value <sup>b</sup>	power <sup>a</sup>	power <sup>b</sup>
RTT	M	520,38 ± 226,31	436,05 ± 153,12	375,14 ± 85,51	0,020*	0,386	0,709	0,209
	F	450,80 ± 73,90	424,80 ± 55,25	398,80 ± 55,25				
AT	M	1521,67±718,5 3	1287,33±437,86	1180,33 ± 467,43	0,204	0,345	0,330	0,230
	F	1355,60±611,2 5	1353,60±659,22	1313,80 ± 490,00				

(p-value<sup>a</sup> - Within-subjects p-value; p-value<sup>b</sup>- p-value interaction; power<sup>a</sup> – Within-subjects; power<sup>b</sup>- interaction; RTT- Reaction Time Test; AT – Aim Trainer; \*p-value<0,05)

The analysis of the influence of medication on the evaluation results (Table 5) shows significant differences in RTT ( $p=0.001$ ) and AT ( $p=0.005$ ) across the three evaluation moments. However, the interaction values indicate that these differences

occur whether the children were on medication or not, with improvements observed regardless of the medication effect.

**Table 5.** Differences in scores between the evaluation moments regarding medication use.

	Medication	, M1	, M2	, M3	p-value <sup>a</sup>	p-value <sup>b</sup>	power <sup>a</sup>	power <sup>b</sup>
RTT	No	557,23 ± 208,17	462,85 ± 163,02	392,46 ± 74,09	0,001*	0,377	0,990	0,213
	Yes	456,77 ± 200,01	404,92 ± 108,38	366,92 ± 85,41				
AT	No	1681,54±857,16	1427,92±536,92	1271,85± 431,39	0,005*	0,333	0,857	0,237
	Yes	1297,92±424,09	1172,23±377,06	1140,15 ± 504,66				

(p-value<sup>a</sup> - Within-subjects p-value; p-value<sup>b</sup>- interaction p-value; power<sup>a</sup> – Within-subjects; power<sup>b</sup>- interaction; RTT- Reaction Time Test; AT – Aim Trainer, \*p-value<0,05)

#### 4. Discussion

The present study assessed the effectiveness of a virtual reality (VR) intervention for improving attention in children with ADHD. Our findings indicate that a VR intervention focused on attention enhancement can improve performance in these children. To our knowledge, few studies have examined the effects of VR on attention in children, but our results align with previous research on cognitive interventions that enhance executive functions (33,43,44).

Romero-Ayuso et al. (2021), conducted a systematic review and meta-analysis of VR-based interventions for children with ADHD, concluding that such interventions effectively improve cognitive performance, particularly sustained attention, regardless of intervention duration or participant age. This underscores the

potential of VR to address attention deficits in ADHD. Although research in this area is limited, our findings support the use of VR as a promising cognitive training tool.

Additionally, several studies have explored VR interventions that did not involve serious games but utilized immersive virtual classroom environments. For instance, Bioulac et al. (2020), found that a cognitive remediation program in a virtual classroom reduced distractions in children with ADHD. However, non-gaming interventions may lack participant motivation. Serious games, through gamification, enhance engagement and make interventions more enjoyable, as seen in our study (49).

In a systematic review of cognitive training programs and digital technologies, Robledo-Castro et al. (2023) reported that serious games, video games, and VR positively affect executive functions, particularly attention, in school-aged children with ADHD. These interventions showed moderate effects on skills like inhibitory control and problem-solving.

One advantage of VR is its motivational factor. Studies (44,51,52) suggest VR increases participant engagement and enhances motivation in educational contexts. Goharnejad et al. (2022) identified VR as beneficial for diagnosing ADHD, highlighting motivation and enjoyment as key outcomes. In our study, participants expressed satisfaction and interest in the games, contributing to the success of the intervention.

While our study has limitations, such as a small sample size and lack of a control group, future research with these elements could further validate our findings. Given the significant impact of attention on daily life for children with ADHD, exploring interventions targeting this area is crucial (54–56). Bethune et al. (2023) found a negative correlation between ADHD symptoms and daily functioning in a

study involving 209 children aged 5 to 11, reinforcing the need for effective attention-focused interventions.

Thus, further studies focusing on interventions using digital technologies will be beneficial to understand how these have an impact and what improvements they can promote in children with ADHD.

## 5. Conclusion

The present study aims to assess the effectiveness of a virtual reality (VR) intervention in treating attention in children with ADHD. This study demonstrated that there were improvements in attention from the first and second evaluations to the third, indicating that VR interventions appear to have positive and encouraging results in cognitive stimulation for this population. These cognitive gains may lead to better performance in daily life and, consequently, an improved quality of life. However, this aspect was not assessed in this study, as it took place in a controlled experimental environment. VR can be considered a useful tool in the treatment of ADHD and could feasibly become a method of intervention in Occupational Therapy practice due to the impact it may have on the school, family, and recreational contexts of these children, by improving cognitive skills.

## References

1. American Psychiatric Association. DSM-5: manual diagnóstico e estatística de transtornos mentais [Internet]. 2014. 948 p. Available from: [http://dislex.co.pt/images/pdfs/DSM\\_V.pdf](http://dislex.co.pt/images/pdfs/DSM_V.pdf)
2. Salari N, Hasheminezhad R, Heidarisharaf P, Khaleghi AA, Azizi AH, Shohaimi S, et al. The global prevalence of ADHD in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol X*.

- 2023;19:1–12.
3. Regan SL, Williams MT, Vorhees C V. Review of rodent models of attention deficit hyperactivity disorder. *Neurosci Biobehav Rev*. 2022;132:621–37.
  4. Kian N, Samieefar N, Rezaei N. Prenatal risk factors and genetic causes of ADHD in children. *World J Pediatr* [Internet]. 2022;18(5):308–19. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12519-022-00524-6>
  5. Kessi M, Duan H, Xiong J, Chen B, He F, Yang L, et al. Attention-deficit/hyperactive disorder updates. *Front Mol Neurosci*. 2022;15(September).
  6. Barkley RA. Commentary: Recent longitudinal studies of childhood attention-deficit/hyperactivity disorder: Important themes and questions for further research. *J Abnorm Psychol*. 2016;125(2):248–55.
  7. Larsson I, Aili K, Nygren JM, Jarbin H, Svedberg P. Parents' experiences of weighted blankets' impact on children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and sleep problems—A qualitative study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(24).
  8. Vitulano LA, Mitchell JT, Vitulano ML, Leckman JF, Saunders D, Davis N, et al. Parental perspectives on attention-deficit/hyperactivity disorder treatments for children. *Clin Child Psychol Psychiatry*. 2022;27(4):1019–32.
  9. Coubard OA. Attention deficit and hyperactivity disorder disrupts selective mechanisms of action. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2022;140:145–58. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2022.06.003>
  10. Yıldız Miniksar D, Özdemir M. Sleep quality in children and adolescents with attention-deficit and hyperactivity disorder. *Arch Pediatr*. 2021;28(8):668–76.
  11. Koyuncu A, Ayan T, Ince Guliyev E, Erbilgin S, Deveci E. ADHD and Anxiety Disorder Comorbidity in Children and Adults: Diagnostic and Therapeutic Challenges. *Curr Psychiatry Rep*. 2022;24(2):129–40.
  12. Cuffe SP, Visser SN, Holbrook JR, Danielson ML, Geryk LL, Wolraich ML, et al. ADHD and Psychiatric Comorbidity: Functional Outcomes in a School-Based Sample of Children. *J Atten Disord*. 2020;24(9):1345–54.
  13. Shabat T, Fogel-Grinvald., Anaby D, Golos A. Perfil de participación de niños y jóvenes, de 6 a 14 años, con y sin TDAH, y el impacto de los factores ambientales. *Rev Ciencias la Act Física* [Internet]. 2021;18(2):1–16. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/2/537>
  14. Pezzica S, Vezzani C, Pinto G. Metacognitive knowledge of attention in

- children with and without ADHD symptoms. *Res Dev Disabil* [Internet]. 2018;83(August):142–52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.08.005>
15. Abramov DM, Cunha CQ, Galhanone PR, Alvim RJ, de Oliveira AM, Lazarev V V. Neurophysiological and behavioral correlates of alertness impairment and compensatory processes in ADHD evidenced by the Attention Network Test. *PLoS One*. 2019;14(7):1–25.
  16. Büniger A, Urfer-Maurer N, Grob A. Multimethod Assessment of Attention, Executive Functions, and Motor Skills in Children With and Without ADHD: Children's Performance and Parents' Perceptions. *J Atten Disord*. 2021;25(4):596–606.
  17. Rueda MR, Moyano S, Rico-Picó J. Attention: The grounds of self-regulated cognition. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*. 2023;14(1):1–10.
  18. Grossberg S. Attention: Multiple types, brain resonances, psychological functions, and conscious states. *J Integr Neurosci*. 2021;20(1):197–232.
  19. Zysset A, Robin D, Albermann K, Dratva J, Hotz S, Wieber F, et al. Diagnosis and management of ADHD: a pediatric perspective on practice and challenges in Switzerland. *BMC Pediatr* [Internet]. 2023;23(1):1–12. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12887-023-03873-x>
  20. Miklós M, Futó J, Komáromy D, Balázs J. Executive function and attention performance in children with ADHD: Effects of medication and comparison with typically developing children. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(20).
  21. Johnson M, Åsberg Johnels J, Östlund S, Cedergren K, Omanovic Z, Hjalmarsson K, et al. Long-term medication for ADHD and development of cognitive functions in children and adolescents. *J Psychiatr Res*. 2021;142(August):204–9.
  22. Neudecker C, Mewes N, Reimers AK, Woll A. Exercise Interventions in Children and Adolescents With ADHD: A Systematic Review. *J Atten Disord*. 2019;23(4):307–24.
  23. Hahn-Markowitz J, Berger I, Manor I, Maeir A. Efficacy of Cognitive-Functional (Cog-Fun) Occupational Therapy Intervention Among Children With ADHD: An RCT. *J Atten Disord*. 2020;24(5):655–66.
  24. Cunha F, Campos S, Simões-Silva V, Brugada-Ramentol V, Sá-Moura B, Jalali H, et al. The effect of a virtual reality based intervention on processing

- speed and working memory in individuals with ADHD—A pilot-study. *Front Virtual Real*. 2023;4(February):1–12.
25. Goharinejad S, Goharinejad S, Hajesmaeel-Gohari S, Bahaadinbeigy K. The usefulness of virtual, augmented, and mixed reality technologies in the diagnosis and treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children: an overview of relevant studies. *BMC Psychiatry*. 2022;22(1):1–14.
  26. Romero-Ayuso D, Toledano-González A, Rodríguez-Martínez M del C, Arroyo-Castillo P, Triviño-Juárez JM, González P, et al. Effectiveness of virtual reality-based interventions for children and adolescents with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Children*. 2021;8(2).
  27. Zangiacomi A, Flori V, Greci L, Scaglione A, Arlati S, Bernardelli G. An immersive virtual reality-based application for treating ADHD: A remote evaluation of acceptance and usability. *Digit Heal*. 2022;8.
  28. Corrigan N, Păsărelu CR, Voinescu A. Immersive virtual reality for improving cognitive deficits in children with ADHD: a systematic review and meta-analysis. *Virtual Real [Internet]*. 2023;27(4):3545–64. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00768-1>
  29. Goldberg AE. Quantitative Research. *SAGE Encycl LGBTQ Stud*. 2016;(2015):44–8.
  30. Cohen L, Manion L, Morrison K. *Research Methods in Education*. 2007;
  31. Aaker D, Kumar V, Leone D, Day G. *Marketing Research*. New Jersey: Wiley; 2019.
  32. Schiffman L, Kanuk L. Consumer research. In *Consumer behaviour*. Upper Saddle River: Prentice Hall International; 2000. 3–32 p.
  33. Blair C. Educating Executive Function. *Physiol Behav*. 2018;176(5):139–48.
  34. Human Benchmark [Internet]. Available from: <https://humanbenchmark.com>
  35. Arsintescu L, Kato KH, Cravalho PF, Feick NH, Stone LS, Flynn-Evans EE. Validation of a touchscreen psychomotor vigilance task. *Accid Anal Prev [Internet]*. 2019;126(November):173–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.041>
  36. Human Benchmark. 2007.
  37. World Medical Association. Declaration of Helsinki, ethical principles for scientific requirements and research protocols. *Bull World Health Organ [Internet]*. 2013;79(4):373. Available from: <https://www.wma.net/policies->

post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/

38. Smith P, Morrór R, Ross D. Field trials of health interventions: a toolbox. *Aust N Z J Public Health*. 2015;41(4):452–452.
39. Virtuleap - Treinamento cerebral em RV [Internet]. 2022. Available from: <https://virtuleap.com/>
40. Virtuleap. Enhance Games Overview. 2022;(April).
41. IBM. Statistical Package for the Social Science (SPSS) (No. 29). 2022;
42. Gignac G. How2statsbook, 1 ed.; Online; Author: Perth, Australia. 2019.
43. Sporea C, Ferechide D. Influence of the upper limb motor deficit on functional independence in patients with cerebral palsy. *Med Mod*. 2021;28(1):77–82.
44. Jahn FS, Skovbye M, Obenhausen K, Jespersen AE, Miskowiak KW. Cognitive training with fully immersive virtual reality in patients with neurological and psychiatric disorders: A systematic review of randomized controlled trials. *Psychiatry Res* [Internet]. 2021;300(April):113928. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.113928>
45. Bioulac S, Micoulaud-Franchi JA, Maire J, Bouvard MP, Rizzo AA, Sagaspe P, et al. Virtual Remediation Versus Methylphenidate to Improve Distractibility in Children With ADHD: A Controlled Randomized Clinical Trial Study. *J Atten Disord*. 2020;24(2):326–35.
46. Guedj C, Tyrand R, Badier E, Planchamp L, Stringer M, Zimmermann MO, et al. Self-Regulation of Attention in Children in a Virtual Classroom Environment: A Feasibility Study. *Bioengineering*. 2023;10(12):1–19.
47. Coleman B, Marion S, Rizzo A, Turnbull J, Nolt A. Virtual reality assessment of classroom-related attention: an ecologically relevant approach to evaluating the effectiveness of working memory training. *Front Psychol*. 2019;10:1851.
48. Neğuç A, Jurma AM, David D. Virtual-reality-based attention assessment of ADHD: ClinicaVR: Classroom-CPT versus a traditional continuous performance test. *Child Neuropsychol* [Internet]. 2017;23(6):692–712. Available from: <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1186617>
49. Peñuelas-Calvo I, Jiang-Lin LK, Girela-Serrano B, Delgado-Gomez D, Navarro-Jimenez R, Baca-Garcia E, et al. Video games for the assessment and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review. *Eur Child Adolesc Psychiatry* [Internet]. 2022;31(1):5–20. Available from:

<https://doi.org/10.1007/s00787-020-01557-w>

50. Robledo-Castro C, Castillo-Ossa LF, Corchado JM. Artificial Cognitive Systems Applied in Executive Function Stimulation and Rehabilitation Programs: A Systematic Review. *Arab J Sci Eng* [Internet]. 2023;48(2):2399–427. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13369-022-07292-5>
51. Makransky G, Lilleholt L. A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educ Technol Res Dev* [Internet]. 2018;66(5):1141–64. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>
52. Fleming TM, Bavin L, Stasiak K, Hermansson-Webb E, Merry SN, Cheek C, et al. Serious games and gamification for mental health: Current status and promising directions. *Front Psychiatry*. 2017;7(JAN).
53. Goharnejad S, Goharnejad S, Hajesmaeel-Gohari S, Bahaadinbeigy K. The usefulness of virtual, augmented, and mixed reality technologies in the diagnosis and treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children: an overview of relevant studies. *BMC Psychiatry* [Internet]. 2022;22(1):1–13. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12888-021-03632-1>
54. Waldon J, Vriend J, Davidson F, Corkum P. Sleep and Attention in Children With ADHD and Typically Developing Peers. *J Atten Disord*. 2018;22(10):933–41.
55. Keilow M, Holm A, Fallesen P. Medical treatment of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) and children’s academic performance. *PLoS One*. 2018;13(11):1–17.
56. Viuda-Suárez ME de la, Alonso-Lorenzo JC, Ruiz-Jiménez FJ, Luciano-Soriano C. Evolución de menores diagnosticados con trastorno de déficit de atención e hiperactividad. Estudio de seguimiento en una muestra española. *Gac Med Mex*. 2023;159(3):194–201.
57. Bethune SC, Rogers MA, Smith D, Whitley J, Hone M, McBrearty N. The Impact of Internalizing Symptoms on Impairment for Children With ADHD: A Strength-Based Perspective. *J Atten Disord*. 2023;27(1):26–37.

## Cover Letter

VR can be considered a useful tool in the treatment of ADHD and could be used as an intervention method in Occupational Therapy due to the impact it can have on the school, family and leisure context of these children, through the improvement of cognitive skills. This study had positive results that demonstrate the importance of studying the intervention described in the population with ADHD or in populations with cognitive deficits.