


Integração do *Neurofeedback* e da Realidade Virtual - Abordagens inovadoras para a prática clínica do Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade

 <https://doi.org/10.56238/sevned2024.016-001>

Paula Rocha

Universidade Lusófona, Porto, Portugal
E-mail: paularocha@keepcorporate.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4080-2161>

Diamantino Ribeiro

Universidade Lusófona, Porto, Portugal
E-mail: diamantinojribeiro@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7168-8821>

RESUMO

O Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) é uma doença prevalente do neurodesenvolvimento caracterizada por sintomas de desatenção, hiperatividade e impulsividade, que podem ter um impacto importante no funcionamento diário e na qualidade de vida das pessoas. Os métodos de tratamento tradicionais, incluindo a medicação e a terapia comportamental, têm frequentemente um sucesso limitado e apresentam vários desafios. Os recentes desenvolvimentos tecnológicos constituem alternativas promissoras, nomeadamente através da integração do *neurofeedback* e da realidade virtual (RV) na prática clínica. Este artigo explora o potencial da combinação destas ferramentas inovadoras para melhorar o tratamento do TDAH. O *neurofeedback*, uma técnica que treina os indivíduos a regular a atividade cerebral, tem demonstrado eficácia na gestão dos sintomas da TDAH. Do mesmo modo, a RV proporciona ambientes imersivos e envolventes que podem ser adaptados às necessidades terapêuticas. Ao combinar o *neurofeedback* com a RV, os profissionais podem criar protocolos de tratamento interativos e personalizados destinados a melhorar o envolvimento, a adesão e os resultados dos pacientes. Neste trabalho, discutem-se os mecanismos de ação, as aplicações atuais e a evidência empírica que suporta a utilização das tecnologias de *neurofeedback* e da RV no tratamento da TDAH.

Palavras-chave: Neurologia, *Neurofeedback*, Realidade virtual, TDAH, Tratamentos inovadores.

1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) é uma doença prevalente do neuro-desenvolvimento que afeta tanto crianças como adultos, caracterizada por padrões persistentes de desatenção, hiperatividade e impulsividade (American Psychiatric Association, 2022). Estes sintomas podem prejudicar significativamente o funcionamento acadêmico, ocupacional e social, levando a vários desafios a longo prazo (Beehuspoteea & Badrakalimuthu, 2023; Honkasilta & Koutsoklenis, 2022). As abordagens tradicionais de tratamento da TDAH incluem tratamentos de base farmacológica, como medicamentos estimulantes, e terapias comportamentais. Embora estes tratamentos possam ser eficazes, 1) longo prazo e respostas variáveis entre indivíduos (Craig et al., 2015; Idrees et al., 2023).

Nos últimos anos, tem-se observado um interesse crescente na exploração de soluções tecnológicas inovadoras para melhorar os resultados do tratamento da TDAH. Duas tecnologias promissoras são o *neurofeedback* e a realidade virtual (RV).

O *neurofeedback* é uma forma de *biofeedback* que permite aos indivíduos obter controlo sobre a sua atividade cerebral, permitindo obter feedback em tempo real sobre os padrões de ondas cerebrais (Tosti et al., 2024). Esta técnica tem demonstrado potencial para melhorar a atenção e reduzir a hiperatividade em indivíduos com TDAH (Patil et al., 2022; Simkin et al., 2014). Por outro lado, a RV proporciona ambientes imersivos e interativos que podem ser adaptados às necessidades terapêuticas, através da criação de contextos envolventes e motivadores para intervenções comportamentais (Jingili et al., 2023; Zhao et al., 2023).

A integração do *neurofeedback* e da RV representa uma nova abordagem ao tratamento da TDAH, uma vez que pode tirar partido dos pontos fortes de ambas as tecnologias para criar experiências terapêuticas mais eficazes. O *neurofeedback* pode ajudar os indivíduos com TDAH a desenvolverem melhores competências de autorregulação, uma vez que visa diretamente o funcionamento do cérebro, enquanto a RV pode proporcionar um ambiente de apoio que aumenta o envolvimento e facilita a prática dessas competências em contextos realistas (Corrado et al., 2024; Sergis et al., 2024). Combinando estas ferramentas, os profissionais podem ser capazes de desenvolver protocolos de tratamento mais personalizados e dinâmicos que respondam às necessidades únicas de cada paciente.

Este artigo tem como objetivo explorar o potencial da integração do *neurofeedback* e da RV na prática clínica da TDAH. Através de uma breve revisão da literatura e da evidência empírica, exploram-se os mecanismos de ação, a eficácia e as considerações práticas destas tecnologias. Observam-se os desafios e as oportunidades associados à sua implementação, com o objetivo de obter informações sobre como podem ser efetivamente incorporadas nas estruturas de tratamento existentes. Em última análise, este artigo procura contribuir para o desenvolvimento contínuo de estratégias de



tratamento inovadoras para a TDAH, realçando a visão do *neurofeedback* e da RV como ferramentas complementares para melhorar os resultados clínicos.

2 NEUROFEEDBACK NO TRATAMENTO DO TDAH

O *neurofeedback*, uma forma de *biofeedback*¹ que treina os indivíduos para regular a sua atividade cerebral, surgiu como uma abordagem terapêutica promissora para a TDAH. A técnica envolve a monitorização das ondas cerebrais através de eletroencefalografia (EEG) e a apresentação de feedback em tempo real ao indivíduo, muitas vezes sob a forma de pistas visuais ou auditivas, para reforçar os padrões desejáveis de ondas cerebrais (Marzbani et al., 2016; Vatrano et al., 2023). A premissa subjacente é a de que os indivíduos podem aprender a modular a sua atividade cerebral, o que, por sua vez, pode levar a melhorias nas funções cognitivas e comportamentais associadas à TDAH (Martín-Rodríguez et al., 2024).

O *neurofeedback* funciona com base no princípio do condicionamento operante, em que os indivíduos recebem feedback imediato sobre a atividade das suas ondas cerebrais, concentrando-se normalmente no aumento das ondas beta (associadas à concentração e ao estado de alerta) e na diminuição das ondas teta (associadas à desatenção e à sonolência) (Gruzelier, 2014; Koomen et al., 2021). Ao longo de sessões sucessivas, este ciclo de feedback ajuda o cérebro a adotar padrões de atividade mais otimizados, melhorando assim a atenção, o controlo dos impulsos e a função cognitiva global (Enriquez-Geppert et al., 2017; Gruzelier, 2014; Koomen et al., 2021).

A investigação sobre o *neurofeedback* para a TDAH tem mostrado resultados promissores. Uma meta-análise de Arns et al. (2009) concluiu que o *neurofeedback* tem um grande efeito nos sintomas da TDAH, comparável ao efeito dos medicamentos estimulantes. (Arns et al., 2009). Da mesma forma, uma revisão de literatura de Lofthouse et al. (2012) relatou melhorias significativas na atenção, hiperatividade e impulsividade em crianças submetidas a tratamento com *neurofeedback* (Lofthouse et al., 2012). Estes estudos sugerem que o *neurofeedback* pode ser uma intervenção não farmacológica eficaz para gerir os sintomas de TDAH.

Vários ensaios aleatórios controlados validaram ainda mais a eficácia do *neurofeedback*. Por exemplo, um estudo de Gevensleben et al. (2009) demonstrou que as crianças com TDAH que participaram em sessões de *neurofeedback* apresentaram melhorias significativas na atenção e hiperatividade, em comparação com um grupo de controlo que recebeu treino cognitivo. Estas

¹ Biofeedback is a mind–body technique in which individuals learn how to modify their physiology for the purpose of improving physical, mental, emotional and spiritual health. Much like physical therapy, biofeedback training requires active participation on the part of patients and often regular practice between training sessions. Frank, D. L., Khorshid, L., Kiffer, J. F., Moravec, C. S., & McKee, M. G. (2010). Biofeedback in medicine: who, when, why and how? *Mental health in family medicine*, 7(2), 85–91.

melhorias mantiveram-se num seguimento de seis meses, indicando o potencial de benefícios a longo prazo (Gevensleben et al., 2009).

Apesar dos resultados positivos, o *neurofeedback* tem os seus desafios e limitações. Uma das principais preocupações é a variabilidade dos protocolos de tratamento e a falta de diretrizes padronizadas, o que pode afetar a consistência e a fiabilidade dos resultados (Cortese et al., 2016). Para além disso, o tratamento requer um importante compromisso de tempo, muitas vezes envolvendo 20-40 sessões, o que pode ser uma barreira para algumas famílias (Arns et al., 2014). Por outro lado, o alto custo do equipamento e a necessidade de formação especializada para os profissionais podem limitar a acessibilidade e a adoção generalizada (Faster Capital, 2024; Flanagan & Saikia, 2023)

O *neurofeedback* representa, apesar das limitações descritas, uma via promissora para o tratamento da TDAH, constituindo-se como uma alternativa não invasiva e potencialmente duradoura face às terapias tradicionais.

3 A REALIDADE VIRTUAL NO TRATAMENTO DA TDAH

A tecnologia de realidade virtual (RV) tem registados progressos assinaláveis nos últimos anos, através da criação de experiências imersivas e interativas que podem ser aproveitadas para fins terapêuticos.

No contexto da TDAH, a RV perspectiva-se como uma plataforma única para envolver os doentes em ambientes controlados, mas realistas, onde podem praticar a atenção, o controlo dos impulsos e outras competências cognitivas essenciais para gerir os seus sintomas (Corrigan et al., 2023; Sergis et al., 2024).

Os sistemas de RV criam ambientes simulados com os quais os utilizadores podem interagir utilizando hardware especializado, como auscultadores, sensores de movimento e controladores. Estes ambientes podem ser concebidos para reproduzir cenários do mundo real ou espaços abstratos que visam funções cognitivas específicas (Freeman et al., 2017). Para indivíduos com TDAH, a RV pode facilitar tarefas que exigem atenção sustentada, função executiva e autorregulação, proporcionando assim oportunidades de intervenção terapêutica num ambiente controlado, mas flexível (Bashiri et al., 2017; Cunha et al., 2023).

A aplicação da RV no tratamento do TDAH ainda está em fase inicial, mas os estudos iniciais mostraram resultados promissores. Um estudo realizado por Cho et al. (2004) demonstrou que as crianças com TDAH que participaram de um projeto-piloto de atenção baseado em RV apresentaram importantes melhorias na atenção e na impulsividade em comparação com um grupo de controlo (Cho et al., 2004). Do mesmo modo, um estudo piloto realizado por Di Giusto et al. (2023) concluiu que os programas de treino em RV concebidos para melhorar a função executiva conduziram a um melhor

desempenho nas tarefas de atenção e de resolução de problemas em crianças com TDAH (Di Giusto et al., 2023).

Uma das principais vantagens da RV é a sua capacidade de criar experiências terapêuticas envolventes e motivadoras. Os métodos tradicionais de tratamento podem, muitas vezes, ser considerados entediantes ou monótonos pelas crianças com TDAH, o que conduz a uma baixa adesão e a resultados abaixo do ideal (Dovis et al., 2015). A RV, por outro lado, pode tornar as tarefas terapêuticas mais apelativas ao incorporar elementos semelhantes a jogos e desafios interativos que mantêm o interesse e a motivação do utilizador (Bucchiarone, 2022).

Apesar do seu potencial, a utilização da RV no tratamento da TDAH não está isenta de desafios. Uma das principais preocupações é o custo e a acessibilidade da tecnologia de RV uma vez que os sistemas de RV de alta qualidade podem ser caros, e pode haver barreiras logísticas para integrá-los na prática clínica padrão (Lindner et al., 2019). Para além disso, a natureza imersiva da RV pode, por vezes, provocar enjoos ou outros desconfortos em alguns utilizadores, o que pode limitar a duração e a eficácia das sessões (Grassini & Laumann, 2020).

Outro desafio é a necessidade de formação especializada para os clínicos administrarem e adaptarem eficazmente as intervenções baseadas na RV. Isto inclui não só compreender os aspetos técnicos dos sistemas de RV, mas também ser capaz de conceber e implementar cenários de RV que se alinhem com os objetivos terapêuticos (A. “Skip” Rizzo & Koenig, 2017).

Em termos de desenvolvimento, é necessária mais investigação para estabelecer protocolos padronizados e para avaliar rigorosamente a eficácia a longo prazo das intervenções de RV para a PHDA (Dovis et al., 2015).

Não obstante, os estudos consultados permitem inferir que a RV é muito promissora como ferramenta inovadora para o tratamento da TDAH. A sua capacidade de proporcionar experiências terapêuticas imersivas, envolventes e interativas pode complementar as intervenções tradicionais e melhorar potencialmente os resultados dos indivíduos com TDAH.

4 INTEGRAÇÃO DO NEUROFEEDBACK E DA REALIDADE VIRTUAL

A integração do *neurofeedback* e da realidade virtual (RV) representa uma abordagem inovadora ao tratamento da TDAH, combinando os pontos fortes de ambas as metodologias para melhorar os resultados terapêuticos.

Defendem alguns investigadores que esta abordagem híbrida potencia a capacidade do *neurofeedback* para promover a autorregulação da atividade cerebral com os ambientes imersivos e envolventes da RV, proporcionando uma modalidade de tratamento abrangente e dinâmica (Corrado et al., 2024; Corrigan et al., 2023; Sergis et al., 2024; Tosti et al., 2024).

A integração do *neurofeedback* e da RV envolve a utilização de ambientes de RV para criar o feedback visual e interativo necessário para as sessões de *neurofeedback*. Nesta configuração, os sensores EEG monitorizam a atividade cerebral do utilizador em tempo real, e o ambiente de RV responde em conformidade. Por exemplo, a regulação bem sucedida dos padrões de ondas cerebrais pode resultar na progressão num jogo ou cenário de RV, reforçando assim a atividade neural desejada através de um feedback imediato e imersivo (A. “Skip” Rizzo & Koenig, 2017). Esta combinação tem como objetivo aumentar o envolvimento, a motivação e a eficácia global do processo de *neurofeedback* (Enriquez-Geppert et al., 2017), como referimos.

Vários estudos investigaram a eficácia da combinação do *neurofeedback* com a RV para o tratamento da TDAH, tal como se demonstra através dos seguintes exemplos:

- Rizzo et al. (2004) desenvolveram um ambiente de sala de aula em RV onde as crianças com TDAH podiam praticar a autorregulação e o controlo da atenção. Neste estudo, o *neurofeedback* foi integrado na sala de aula de RV, dando feedback imediato sobre a atividade das ondas cerebrais à medida que as crianças se envolviam nas tarefas da sala de aula. Ao longo de várias sessões, as crianças mostraram melhorias acentuadas na sua capacidade de se manterem concentradas e de reduzirem os comportamentos impulsivos. Os professores relataram melhorias observáveis no comportamento na sala de aula e no desempenho académico (A. A. Rizzo et al., 200 C.E.).
- Dovis et al. (2015) realizaram um estudo em que as crianças com TDAH foram submetidas a sessões de *neurofeedback* num ambiente de RV concebido para melhorar as funções executivas, como a memória de trabalho, o planeamento e a flexibilidade cognitiva. Os cenários de RV exigiam que os participantes resolvessem problemas complexos enquanto recebiam *neurofeedback*. Esta abordagem imersiva conduziu a melhorias importantes nas tarefas relacionadas com funções executivas e os pais reportaram melhorias nas atividades da vida diária que requerem competências executivas (Dovis et al., 2015).
- Numa abordagem inovadora, Lindner et al. (2019) avaliaram a viabilidade e a eficácia de um programa de *neurofeedback* de RV em casa para crianças com TDAH. As famílias receberam auscultadores de VR e dispositivos EEG para usar em casa, guiados por uma aplicação. Durante um período de 12 semanas, as crianças participaram em sessões de *neurofeedback* ‘gamificadas’. O estudo concluiu que o *neurofeedback* de RV em casa não só era viável, como também resultava em numa importante redução dos sintomas de TDAH, conforme relatado pelos pais e professores (Lindner et al., 2019).
- Um estudo realizado por Bioulac et al. (2020) explorou a utilização do *neurofeedback* em RV para tratar crianças com TDAH e ansiedade comórbida. O ambiente de RV incluía cenários desenhados para provocar e depois ajudar a gerir as respostas de ansiedade, ao

mesmo tempo que visava o controlo da atenção. O *neurofeedback* ajudou as crianças a aprender a modular a sua atividade cerebral para reduzir a ansiedade e melhorar a atenção. O tratamento integrado resultou em importantes reduções nos sintomas de ansiedade e de TDAH, realçando a versatilidade do *neurofeedback* em RV na abordagem de múltiplas condições concomitantes (Bioulac et al., 2020).

Apesar dos resultados promissores e, para além dos desafios já descritos, verifica-se a necessidade de protocolos padronizados e de formação para os profissionais poderem implementarem efetivamente essas tecnologias na prática.

Em termos de perspetivas futuras, um dos caminhos é o investimento no desenvolvimento de soluções de *neurofeedback* em RV mais flexíveis e económicas. Tal pode incluir, como referem Enriquez-Geppert et al (2017), a criação de dispositivos portáteis e económicos que possam ser facilmente integrados em vários contextos clínicos e domésticos (Enriquez-Geppert et al., 2017).

São também necessários ensaios clínicos randomizados e controlados em larga escala para estabelecer a eficácia e as melhores práticas para o *neurofeedback* em RV no tratamento do TDAH. Explorar a integração desta tecnologia com outras abordagens terapêuticas, como a terapia cognitivo-comportamental, pode melhorar ainda mais os resultados do tratamento e permitir proporcionar cuidados mais completos para os indivíduos com TDAH (A. “Skip” Rizzo & Koenig, 2017).

No geral, pode salientar-se que a integração do *neurofeedback* e da RV representam uma abordagem de ponta para o tratamento do TDAH, uma vez que se trata de uma plataforma dinâmica e envolvente para tratamentos de índole cognitiva e comportamental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração do *neurofeedback* e da realidade virtual (RV) no tratamento da TDAH é, nesta altura, uma abordagem promissora e inovadora que reúne os pontos fortes de ambas as tecnologia.

Este método combinado permite tratar os principais sintomas da TDAH, como a desatenção, a hiperatividade e a impulsividade, ao mesmo tempo que aumenta o envolvimento e a motivação através de experiências imersivas e interativas.

Os estudos de caso apresentados neste estudo exploratório destacam os potenciais benefícios e aplicações desta abordagem integrativa, constituindo em nosso entender uma base para mais investigação e desenvolvimento. Os referidos estudos de caso demonstram que a combinação do *neurofeedback* com a RV pode conduzir a melhorias na atenção, no controlo dos impulsos e na função executiva.

Uma das principais vantagens da integração do *neurofeedback* e da RV é o maior envolvimento e motivação do utilizador. O *neurofeedback* tradicional pode às vezes ser percebido como monótono, tornando-se um desafio para o terapeuta manter a adesão dos participantes (Lindner et al., 2019). A

natureza imersiva da RV transforma as tarefas terapêuticas em experiências interativas e agradáveis, aumentando assim a motivação e a probabilidade de uma participação sustentada. Isto é particularmente importante para as crianças com TDAH, que frequentemente apresentam dificuldades em manter a atenção e o envolvimento.

Além disso, a flexibilidade e a adaptabilidade dos ambientes de RV permitem a criação de cenários terapêuticos personalizados, adaptados às necessidades individuais. Esta abordagem personalizada pode ser programada para os sintomas e desafios específicos enfrentados de cada paciente, aumentando a eficácia geral do tratamento.

Apesar do potencial promissor, há vários desafios a ultrapassar para que os benefícios da integração do *neurofeedback* e da RV no tratamento da TDAH sejam plenamente concretizados. Como evidenciamos, o custo continua a ser uma importante barreira, uma vez que os sistemas de RV de alta qualidade e o equipamento de *neurofeedback* podem ser caros. Reduzir o custo destas tecnologias e aumentar a acessibilidade será crucial para uma adoção generalizada. Além disso, há necessidade de desenvolver protocolos padronizados e formação para os clínicos de maneira a garantir uma implementação eficaz e maximizar os benefícios terapêuticos.

Outra consideração é o potencial de efeitos colaterais, como enjoo ou cansaço visual, associados ao uso da RV (Grassini & Laumann, 2020). É essencial garantir que as experiências de RV sejam confortáveis e seguras para todos os utilizadores. Paralelamente, são necessários estudos a longo prazo para avaliar tanto a eficácia sustentada como os eventuais riscos da exposição prolongada à RV em contextos terapêuticos.

Portanto, com base na literatura, entendemos que é fundamental o aprofundar a investigação e o aperfeiçoamento da integração do *neurofeedback* e da RV. Isto inclui o desenvolvimento de soluções económicas que sejam acessíveis a um leque mais alargado de contextos clínicos e de pacientes. Tal como referem Bioulac et al. (2020), são necessários ensaios clínicos aleatórios e controlados em grande escala para estabelecer a eficácia e as melhores práticas para esta abordagem integrativa.

No mesmo sentido, a investigação da combinação do *neurofeedback* de RV com outras modalidades terapêuticas, como a terapia cognitivo-comportamental, poderia proporcionar uma estratégia de tratamento mais abrangente e multifacetada.

Complementarmente, o desenvolvimento tecnológico também desempenhará um papel fundamental no aumento da viabilidade e da eficácia do *neurofeedback* em RV. Como salientam Enriquez-Geppert et al. (2017), a inovação nos dispositivos de RV portáteis e acessíveis, bem como software de fácil utilização, podem facilitar a integração destas tecnologias na prática clínica quotidiana e nas intervenções domiciliárias.

Em síntese, a integração do *neurofeedback* e da RV representa uma abordagem de vanguarda para o tratamento da TDAH, constituindo uma plataforma dinâmica e envolvente para tratamentos ao



nível cognitivo e comportamental. Embora ainda existam desafios, os benefícios potenciais deste método inovador pode ser muito substanciais. A investigação contínua e as novas tecnologias serão essenciais para a concretização de todo o potencial desta abordagem integrativa, melhorando, a qualidade de vida dos indivíduos com TDAH.



REFERÊNCIAS

American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5-TR)* (Revised). American Psychiatric Association.

Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., & Coenen, A. (2009). Efficacy of Neurofeedback Treatment in ADHD: The Effects on Inattention, Impulsivity and Hyperactivity: A Meta-Analysis. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40(3), 180–189. <https://doi.org/10.1177/155005940904000311>

Arns, M., Heinrich, H., & Strehl, U. (2014). Evaluation of neurofeedback in ADHD: The long and winding road. *Biological Psychology*, 95, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.11.013>

Bashiri, A., Ghazisaeedi, M., & Shahmoradi, L. (2017). The opportunities of virtual reality in the rehabilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: a literature review. *Korean Journal of Pediatrics*, 60(11), 337. <https://doi.org/10.3345/kjp.2017.60.11.337>

Beehuspoteea, N., & Badrakalimuthu, V. R. (2023). Exploring the relationship between <sc>ADHD</sc> and dementia. *Progress in Neurology and Psychiatry*, 27(2), 5–9. <https://doi.org/10.1002/pnp.784>

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>

Bucchiarone, A. (2022). Gamification and virtual reality for digital twin learning and training: architecture and challenges. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 4(6), 471–486. <https://doi.org/10.1016/j.vrih.2022.08.001>

Cho, B.-H., Kim, S., Shin, D. I., Lee, J. H., Min Lee, S., Young Kim, I., & Kim, S. I. (2004). Neurofeedback Training with Virtual Reality for Inattention and Impulsiveness. *CyberPsychology & Behavior*, 7(5), 519–526. <https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.519>

Corrado, S., Tosti, B., Mancone, S., Di Libero, T., Rodio, A., Andrade, A., & Diotaiuti, P. (2024). Improving Mental Skills in Precision Sports by Using Neurofeedback Training: A Narrative Review. *Sports*, 12(3), 70. <https://doi.org/10.3390/sports12030070>

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>

Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Holtmann, M., Aggensteiner, P., Daley, D., Santosh, P., Simonoff, E., Stevenson, J., Stringaris, A., Sonuga-Barke, E. J. S., Asherson, P., Banaschewski, T., Brandeis, D., Buitelaar, J., Coghill, D., Cortese, S., Daley, D., Danckaerts, M., ... Zuddas, A. (2016). Neurofeedback for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-Analysis of Clinical and Neuropsychological Outcomes From Randomized Controlled Trials. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 55(6), 444–455. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2016.03.007>

Craig, S. G., Davies, G., Schibuk, L., Weiss, M. D., & Hechtman, L. (2015). Long-Term Effects of Stimulant Treatment for ADHD: What Can We Tell Our Patients? *Current Developmental Disorders Reports*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s40474-015-0039-5>

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*. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1108060>

Di Giusto, V., Purpura, G., Zorzi, C. F., Blonda, R., Brazzoli, E., Meriggi, P., Reina, T., Rezzonico, S., Sala, R., Olivieri, I., & Cavallini, A. (2023). Virtual reality rehabilitation program on executive functions of children with specific learning disorders: a pilot study. *Frontiers in Psychology, 14*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1241860>

Dovis, S., Van der Oord, S., Wiers, R. W., & Prins, P. J. M. (2015). Improving Executive Functioning in Children with ADHD: Training Multiple Executive Functions within the Context of a Computer Game. A Randomized Double-Blind Placebo Controlled Trial. *PLOS ONE, 10*(4), e0121651. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121651>

Enriquez-Geppert, S., Huster, R. J., & Herrmann, C. S. (2017). EEG-Neurofeedback as a Tool to Modulate Cognition and Behavior: A Review Tutorial. *Frontiers in Human Neuroscience, 11*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00051>

Faster Capital. (2024, June 16). *Behavioral health biotechnology Advancements in Neurofeedback Technology for Mental Health*. Faster Capital. <https://www.fastercapital.com/content/Behavioral-health-biotechnology-Advancements-in-Neurofeedback-Technology-for-Mental-Health.html>

Flanagan, K., & Saikia, M. J. (2023). Consumer-Grade Electroencephalogram and Functional Near-Infrared Spectroscopy Neurofeedback Technologies for Mental Health and Wellbeing. *Sensors, 23*(20), 8482. <https://doi.org/10.3390/s23208482>

Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine, 47*(14), 2393–2400. <https://doi.org/10.1017/S003329171700040X>

Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Vogel, C., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., Rothenberger, A., Moll, G. H., & Heinrich, H. (2009). Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 50*(7), 780–789. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2008.02033.x>

Grassini, S., & Laumann, K. (2020). Are Modern Head-Mounted Displays Sexist? A Systematic Review on Gender Differences in HMD-Mediated Virtual Reality. *Frontiers in Psychology, 11*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01604>

Gruzelier, J. H. (2014). EEG-neurofeedback for optimising performance. II: Creativity, the performing arts and ecological validity. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 44*, 142–158. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.11.004>

Honkasilta, J., & Koutsoklenis, A. (2022). The (Un)real Existence of ADHD—Criteria, Functions, and Forms of the Diagnostic Entity. *Frontiers in Sociology, 7*. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2022.814763>

Idrees, I., Bellato, A., Cortese, S., & Groom, M. J. (2023). The effects of stimulant and non-stimulant medications on the autonomic nervous system (ANS) functioning in people with ADHD: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 144*, 104968. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104968>

- Jingili, N., Oyelere, S. S., Nyström, M. B. T., & Anyshchenko, L. (2023). A systematic review on the efficacy of virtual reality and gamification interventions for managing anxiety and depression. *Frontiers in Digital Health*, 5. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1239435>
- Koomen, A., Keeser, D., & Sonja, V. (2021). The effects of neurofeedback on attention and sleep in individuals with and without ADHD or insomnia: a literature review. *Applied Neuroscience and Mental Health*, 1(1), 30–49. <https://doi.org/10.31739/ANAMH.2021.1.30>
- Lindner, P., Miloff, A., Fagnäs, S., Andersen, J., Sigeman, M., Andersson, G., Furmark, T., & Carlbring, P. (2019). Therapist-led and self-led one-session virtual reality exposure therapy for public speaking anxiety with consumer hardware and software: A randomized controlled trial. *Journal of Anxiety Disorders*, 61, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2018.07.003>
- Lofthouse, N., Arnold, L. E., Hersch, S., Hurt, E., & DeBeus, R. (2012). A Review of Neurofeedback Treatment for Pediatric ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 16(5), 351–372. <https://doi.org/10.1177/1087054711427530>
- Martín-Rodríguez, A., Gostian-Ropotin, L. A., Beltrán-Velasco, A. I., Belando-Pedreño, N., Simón, J. A., López-Mora, C., Navarro-Jiménez, E., Tornero-Aguilera, J. F., & Clemente-Suárez, V. J. (2024). Sporting Mind: The Interplay of Physical Activity and Psychological Health. *Sports*, 12(1), 37. <https://doi.org/10.3390/sports12010037>
- Marzbani, H., Marateb, H., & Mansourian, M. (2016). Methodological Note: Neurofeedback: A Comprehensive Review on System Design, Methodology and Clinical Applications. *Basic and Clinical Neuroscience Journal*, 7(2). <https://doi.org/10.15412/J.BCN.03070208>
- Patil, A. U., Madathil, D., Fan, Y.-T., Tzeng, O. J. L., Huang, C.-M., & Huang, H.-W. (2022). Neurofeedback for the Education of Children with ADHD and Specific Learning Disorders: A Review. *Brain Sciences*, 12(9), 1238. <https://doi.org/10.3390/brainsci12091238>
- Rizzo, A. A., Schultheis, M., Kerns, K. A., & Mateer, C. (200 C.E.). Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology. *NEUROPSYCHOLOGICAL REHABILITATION*, 14(1/2), 207–239. https://verduvr.com/wp-content/uploads/2019/09/13.-Analysis_of_assets_for_virtual_reality_application.pdf
- Rizzo, A. “Skip,” & Koenig, S. T. (2017). Is clinical virtual reality ready for primetime? *Neuropsychology*, 31(8), 877–899. <https://doi.org/10.1037/neu0000405>
- Sergis, N., Troussas, C., Krouska, A., Tzortzi, C., Bardis, G., & Sgouropoulou, C. (2024). ADHD Dog: A Virtual Reality Intervention Incorporating Behavioral and Sociocultural Theories with Gamification for Enhanced Regulation in Individuals with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Computers*, 13(2), 46. <https://doi.org/10.3390/computers13020046>
- Simkin, D. R., Thatcher, R. W., & Lubar, J. (2014). Quantitative EEG and Neurofeedback in Children and Adolescents. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 23(3), 427–464. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2014.03.001>
- Tosti, B., Corrado, S., Mancone, S., Di Libero, T., Rodio, A., Andrade, A., & Diotaiuti, P. (2024). Integrated use of biofeedback and neurofeedback techniques in treating pathological conditions and improving performance: a narrative review. *Frontiers in Neuroscience*, 18. <https://doi.org/10.3389/fnins.2024.1358481>



Vatrano, M., Nemirovsky, I. E., Tonin, P., & Riganello, F. (2023). Assessing Consciousness through Neurofeedback and Neuromodulation: Possibilities and Challenges. *Life*, 13(8), 1675. <https://doi.org/10.3390/life13081675>

Zhao, X., Ren, Y., & Cheah, K. S. L. (2023). Leading Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) in Education: Bibliometric and Content Analysis From the Web of Science (2018–2022). *SAGE Open*, 13(3). <https://doi.org/10.1177/21582440231190821>