



EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO MEIO AMBIENTE POR REALIDADE VIRTUAL NA ATENÇÃO DE CRIANÇAS TEA

EFFECTS OF EXPOSURE TO THE ENVIRONMENT THROUGH VIRTUAL REALITY ON ATTENTION IN CHILDREN WITH ASD

Laura Beatriz Gonçalves Oliveira  , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil.
Paula Renata Rodrigues Ortega Mello  , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil.
Vinícius Bandeira de Melo Costa  , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil.
Bruna Katarine Beserra Paz  , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil.
Fabrício Brito Silva  , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil.



Revista
Práxis em Saúde

Ano IV | Volume IV | n I | Florianópolis | 2026 | ISSN: 2966-1056

DOI: <https://doi.org/10.56579/prxis.v4i1.3155>

EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO MEIO AMBIENTE POR REALIDADE VIRTUAL NA ATENÇÃO DE CRIANÇAS TEA

EFFECTS OF EXPOSURE TO THE ENVIRONMENT THROUGH VIRTUAL REALITY ON ATTENTION IN CHILDREN WITH ASD

Laura Beatriz Gonçalves Oliveira , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil. ¹

Paula Renata Rodrigues Ortega Mello , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil. ²

Vinicius Bandeira de Melo Costa , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil. ³

Bruna Katarine Beserra Paz , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil. ⁴

Fabício Brito Silva , Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão, Brasil. ⁵

Resumo: O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por déficits na comunicação social e padrões restritos de comportamento, sendo comum a presença de atenção atípica. A realidade virtual (RV) tem se mostrado um recurso promissor na reabilitação cognitiva e emocional, pois proporciona ambientes imersivos e controlados que favorecem concentração e engajamento. Este estudo objetivou avaliar os efeitos de uma intervenção baseada em RV sobre a atenção de três crianças com TEA. Foram realizadas seis sessões individuais de 20 minutos, com exibição de vídeos de ambientes naturais em óculos de RV. A atenção foi avaliada pelo *Attention Network Test* (ANT), no qual a criança deve indicar a direção da seta central em diferentes condições de pistas, aplicado antes e após a intervenção. Os resultados mostraram redução no tempo de reação em duas crianças, aumento de respostas válidas em duas e reorganização das redes atencionais. Conclui-se que a RV pode favorecer a atenção em crianças com TEA.

Palavras-chave: Autorregulação; Eletroencefalografia; Neuroreabilitação.

Abstract: Autism Spectrum Disorder (ASD) is characterized by deficits in social communication and restricted behavior patterns. Atypical attention, although not a diagnostic criterion, is common. Virtual reality (VR) has emerged as a promising tool in cognitive and emotional rehabilitation, offering controlled and interactive environments that enhance concentration and information retention. This study evaluated the effects of a VR-based intervention on attention in three children with ASD, using the Attention Network Test (ANT). The intervention consisted of six sessions with natural environment videos displayed through VR headsets, with the test applied before and after the intervention. Results indicate that the intervention may improve attention allocation and promote gains in response speed, suggesting that virtual reality can influence the attentional dynamics of children with ASD.

Keywords: Self-Regulation; Electroencephalogram; Neurorehabilitation.

¹ Discente do Curso de Graduação de Medicina, Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão. E-mail: lau_beatriz@outlook.com

² Discente do Curso de Graduação de Medicina, Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão. E-mail: paularenataortega@gmail.com

³ Discente do Curso de Graduação de Medicina, Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão. E-mail: vbandeira011@gmail.com

⁴ Docente do Curso de Graduação de Medicina, Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão. E-mail: bkpaz@hotmail.com

⁵ Docente do Curso de Graduação de Medicina, Universidade Ceuma, São Luís, Maranhão. E-mail: fabricio.brito@ceuma.br

INTRODUÇÃO

O autismo é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por diferenças persistentes na comunicação e interação social, além de padrões restritos e repetitivos de comportamento (Good *et al.*, 2024). Sua etiologia é multifatorial, envolvendo fatores genéticos e ambientais. Pela complexidade do transtorno, torna-se necessária uma abordagem multidimensional para sua compreensão e manejo, sendo a pesquisa contínua fundamental para o desenvolvimento de estratégias preventivas e terapêuticas que favoreçam a qualidade de vida dos indivíduos com TEA e de suas famílias (Saraiva *et al.*, 2024).

Nesse contexto, a realidade virtual (RV) tem se mostrado uma ferramenta promissora em intervenções voltadas à reabilitação cognitiva e emocional. Ambientes virtuais imersivos e interativos possibilitam o controle de estímulos sensoriais e a simulação de contextos de aprendizagem que favorecem a concentração, a retenção de informações e o equilíbrio emocional (Torquato, 2020; Mckay, 2022). O uso de ferramentas colaborativas e de RV em contextos educacionais e terapêuticos tem crescido nas últimas décadas, impulsionado pelo avanço das tecnologias digitais e pela busca por metodologias mais interativas e personalizadas.

Além disso, ambientes imersivos de realidade virtual proporcionam experiências sensoriais enriquecedoras, capazes de estimular habilidades motoras e cognitivas em crianças com TEA (Neves, 2025). Apesar dos avanços no uso da realidade virtual (RV) em contextos terapêuticos e educacionais, ainda há lacunas no conhecimento quanto à sua eficácia na estimulação da atenção e da memória em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA).

Poucos estudos combinam métricas comportamentais e cognitivas para avaliar de forma sistemática os efeitos dessas tecnologias em condições controladas, especialmente quando aplicadas à simulação de ambientes que favorecem a aprendizagem.

Diante desse cenário, a presente pesquisa buscou responder à seguinte questão: “como a exposição a ambientes virtuais pode influenciar a atenção de crianças com TEA?” Assim, este estudo teve como objetivo geral avaliar os efeitos da exposição a ambientes virtuais, por meio da realidade virtual, na atenção e na memória de crianças diagnosticadas com TEA.

Especificamente, propôs-se: (1) Acolher e ambientar os participantes ao uso da tecnologia; (2) Aplicar testes e sessões experimentais com o uso de realidade virtual; (3) Registrar e analisar as respostas atencionais e cognitivas durante as sessões; (4) Revisar a literatura científica sobre o tema; e (5) Avaliar a aplicabilidade da RV em contextos educacionais individualizados.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo foi delineado como uma investigação clínica de caráter exploratório, com enfoque na avaliação dos efeitos de uma intervenção baseada em

realidade virtual (RV) em crianças diagnosticadas com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A escolha dessa abordagem metodológica fundamentou-se em evidências que apontam a RV como recurso promissor para o aprimoramento de funções cognitivas, emocionais e sociais em populações com desenvolvimento atípico (Torquato, 2020; Neves, 2025). Ambientes imersivos permitem a manipulação controlada de estímulos sensoriais e a simulação de situações ecológicas, favorecendo tanto a autorregulação emocional quanto o engajamento atencional (Mckay, 2022). Além disso, revisões recentes reforçam que intervenções baseadas em estimulação ambiental apresentam potencial para modular a plasticidade atencional em crianças com TEA (Good *et al.*, 2024; Saraiva *et al.*, 2024).

A amostra foi composta por três crianças com diagnóstico confirmado de TEA, emitido por equipe multiprofissional segundo critérios estabelecidos no *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5). A seleção considerou a disponibilidade dos participantes e a autorização formal de seus responsáveis legais. O estudo foi realizado em ambiente controlado, de modo a minimizar a interferência de estímulos externos e garantir a padronização das condições experimentais, conforme recomendações metodológicas aplicadas a pesquisas com populações clínicas infantis (Mullane *et al.*, 2011; Pudło *et al.*, 2022).

Para a intervenção foram utilizados óculos de realidade virtual de baixo custo, acoplados a smartphones Android, nos quais foram exibidos vídeos em 360° de ambientes naturais, incluindo cenários de praias, florestas e montanhas. A escolha por ambientes naturais fundamentou-se em evidências da teoria da restauração da atenção, segundo a qual contextos naturais favorecem a recuperação de recursos atencionais e a regulação emocional (Mckay, 2022). A literatura aponta que a integração entre tecnologia e natureza pode potencializar ganhos em concentração e memória em crianças com desenvolvimento típico e atípico (Neves, 2025).

O protocolo de intervenção foi estruturado em seis sessões individuais, realizadas ao longo de seis semanas consecutivas, com duração aproximada de 30 minutos cada. As sessões tiveram caráter progressivo, buscando garantir a adaptação inicial da criança ao equipamento e, posteriormente, a exposição plena ao ambiente virtual. Esse delineamento visou estimular a atenção sustentada e promover autorregulação emocional, explorando a hipótese de que experiências imersivas em cenários naturais são capazes de modular as redes atencionais (Sabag; Geva, 2022).

A avaliação da atenção foi conduzida por meio do *Attention Network Test* (ANT), desenvolvido originalmente por Posner e Petersen (1990) e consolidado na literatura como um dos instrumentos mais robustos para mensuração das redes de alerta, orientação e controle executivo. O ANT permite quantificar a eficiência dessas redes a partir de diferenças no tempo de reação e na acurácia sob condições experimentais específicas. O teste foi aplicado em dois momentos distintos: antes do início da intervenção (pré-teste) e após a última sessão (pós-teste). Diversas versões do ANT foram propostas, incluindo o ANT-C (infantil), o ANT-I (que examina interações entre redes) e o ANT-R (com pistas

parcialmente válidas). Neste estudo, optou-se por uma versão adaptada para o público infantil, com estímulos visuais simplificados, em consonância com estudos que validaram sua aplicação em crianças com TEA e TDAH (Johnson *et al.*, 2008; Adólfssdóttir *et al.*, 2008; Keehn *et al.*, 2010; Mullane *et al.*, 2011; Good *et al.*, 2024).

O teste consiste na apresentação de uma seta central, cuja direção deve ser identificada pelo participante, acompanhada ou não por pistas visuais prévias. A manipulação dessas pistas permite a estimativa de cada rede atencional: o **alerta** (comparação entre condições com e sem pistas de prontidão), a **orientação** (diferença de desempenho entre pistas válidas e inválidas) e o **controle executivo** (diferença entre condições com distratores congruentes e incongruentes).

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos a análises estatísticas descritivas e inferenciais. Para cada criança, foram calculadas as médias e desvios padrão dos tempos de reação, bem como os índices de cada rede atencional. A significância das diferenças entre pré e pós-teste foi avaliada por meio de testes t pareados e testes não paramétricos de Wilcoxon, de acordo com a distribuição dos dados, adotando-se nível de significância de $p < 0,05$. O uso de ambos os testes buscou garantir robustez analítica frente ao número reduzido de participantes, prática recomendada em estudos exploratórios (Adólfssdóttir *et al.*, 2008; Pudło *et al.*, 2022).

A opção por utilizar o ANT justifica-se pelo seu amplo reconhecimento na literatura internacional como medida sensível para identificar diferenças nas redes atencionais em condições do neurodesenvolvimento, incluindo TEA e TDAH (Oberlin; Alford; Marrocco, 2005; Keehn *et al.*, 2013; Good *et al.*, 2024). Estudos clássicos demonstram déficits recorrentes nas redes de alerta e controle executivo em TDAH (Johnson *et al.*, 2008; Mullane *et al.*, 2011), enquanto em TEA há maior heterogeneidade, com achados que variam desde desempenho semelhante a controles até padrões atípicos em orientação e conflito (Keehn *et al.*, 2010; Sabag; Geva, 2022). A combinação entre realidade virtual e métricas do ANT possibilita não apenas a observação de mudanças comportamentais, mas também a identificação de potenciais reorganizações funcionais nas redes de atenção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente investigação analisou o impacto de uma intervenção baseada em biofeedback com realidade virtual em ambientes naturais sobre o desempenho atencional de três crianças em idade escolar. O *Attention Network Test* (ANT) foi utilizado como medida de avaliação pré e pós-intervenção, possibilitando o cálculo de indicadores de tempo de reação médio, número de ensaios válidos e índices específicos de atenção relacionados às redes de alerta (*alerting*), orientação (*orienting*) e controle executivo (*conflict*) (Tabela 1).

Quadro 1 – Resultados dos parâmetros avaliados pelo teste de rede de atenção (ANT), antes (pré -intervenção) e após (pós-intervenção) as intervenções de exposição ambiental através de RV.

Parâmetro	Criança 1	Criança 2	Criança 3
Tempo de reação médio (ms) – Pré	1287,1	981,1	1158,0
Tempo de reação médio (ms) – Pós	1213,6	581,0	1235,7
Variação do tempo de reação (Δ Pós-Pré)	-73,4	-400,0	+77,7
Número de trials válidos – Pré	33	16	14
Número de trials válidos – Pós	30	46	48
Variação do número de trials válidos (Δ Pós-Pré)	-3	+30	+34
Efeito de alerta (Alerting) – Pré	290,6	212,0	239,5
Efeito de alerta (Alerting) – Pós	79,8	-234,9	194,4
Variação do efeito de alerta (Δ Pós-Pré)	-210,8	-446,9	-45,1
Efeito de orientação (Orienting) – Pré	-16,9	178,5	-321,0
Efeito de orientação (Orienting) – Pós	-30,8	199,5	-10,7
Variação do efeito de orientação (Δ Pós-Pré)	-13,9	+21,0	+310,3
Efeito de conflito (Conflict) – Pré	74,5	-44,8	–
Efeito de conflito (Conflict) – Pós	244,5	122,9	-596,1
Variação do efeito de conflito (Δ Pós-Pré)	+170,1	+167,7	–

Fonte: dados da pesquisa (2025).

No que se refere ao tempo médio de reação, observou-se redução em duas das três crianças após a intervenção. A diminuição foi modesta em um dos participantes (≈ 73 ms), mas substancial em outro (≈ 400 ms), indicando ganhos em velocidade de processamento. No terceiro caso, houve aumento do tempo de reação (≈ 78 ms); contudo, este resultado deve ser interpretado à luz do expressivo crescimento no número de ensaios válidos, sugerindo que a maior latência pode estar associada à adoção de uma estratégia mais consistente de resposta.

Esses achados convergem com estudos prévios que descrevem a heterogeneidade na resposta de crianças a intervenções ambientais, indicando que a velocidade de processamento não deve ser interpretada isoladamente, mas em associação com a precisão das respostas.

Em relação ao número de ensaios válidos, duas crianças apresentaram aumento considerável após a intervenção (+30 e +34 ensaios), enquanto uma manteve desempenho estável, com pequena redução (-3). Esse padrão sugere que a intervenção foi eficaz em promover maior engajamento e diminuição de erros, especialmente em crianças que inicialmente exibiam maior variabilidade no desempenho.

O efeito de alerta (*alerting*) apresentou redução em todos os casos, com magnitude variando entre -45 ms e -447 ms. Em um dos participantes, observou-se inversão do efeito, com valores negativos no pós-teste, o que indica que o tempo de resposta foi menor na condição sem pista em comparação à condição com pista dupla. Esse resultado sugere reorganização do processamento atencional, possivelmente refletindo menor dependência de pistas externas para o estado de prontidão.

A literatura sobre redes atencionais aponta que reduções excessivas ou inversões no efeito de alerta podem refletir tanto ganhos em autonomia do sistema atencional quanto inconsistências no uso de pistas em contextos experimentais, exigindo acompanhamento longitudinal para maior clareza interpretativa.

O efeito de orientação (*orienting*) demonstrou melhora qualitativa em dois casos. Uma criança apresentou redução de um padrão paradoxal inicial, em que respondia mais rapidamente às pistas centrais do que às espaciais (-321 ms), aproximando-se de valores neutros no pós-teste (-11 ms). Outra criança mostrou manutenção de valores positivos, com leve incremento, sugerindo maior aproveitamento das pistas espaciais. Apenas uma criança apresentou valores negativos consistentes tanto no pré quanto no pós, ainda que com pequena variação.

Esses resultados indicam que a intervenção pode favorecer a capacidade de direcionar a atenção com base em pistas espaciais, ainda que de forma heterogênea entre os participantes.

O efeito de conflito (*conflict*) revelou padrões distintos. Uma criança apresentou aumento acentuado do custo executivo ($+170$ ms), sugerindo maior sensibilidade à interferência de estímulos incongruentes. Outra, que no pré-teste havia exibido padrão paradoxal (respostas mais rápidas em estímulos incongruentes do que congruentes), passou a apresentar um custo executivo típico no pós-teste ($+123$ ms), refletindo maior maturação no controle inibitório. No terceiro caso, observou-se efeito negativo no pós-teste (-596 ms), indicando desempenho atípico, o que pode estar relacionado a estratégias alternativas de resposta ou à variabilidade intraindividual do desempenho atencional.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que a intervenção com realidade virtual em ambientes naturais produziu efeitos diferenciados nas três crianças avaliadas, tanto em relação ao tempo de reação médio quanto aos índices específicos do *Attention Network Test* (ANT).

De forma geral, observou-se que duas crianças apresentaram redução significativa do tempo de reação (RT), com magnitude variando entre -73 ms e -400 ms, enquanto uma apresentou aumento discreto ($+78$ ms). Esses achados sugerem que a intervenção pode favorecer a velocidade de processamento atencional em parte das crianças, embora efeitos heterogêneos devam ser considerados. Além disso, houve aumento expressivo no número de ensaios válidos em dois casos, indicando melhora no engajamento e consistência das respostas.

Ao analisar os índices do ANT, verificou-se que o efeito de alerta (*alerting*) reduziu em todas as crianças, chegando inclusive à inversão em um caso. Esse padrão sugere menor dependência de pistas externas para manter o estado de prontidão, mas também pode refletir reorganização atencional ainda imatura.

Estudos prévios corroboram a presença de déficits na rede de alerta em crianças com TDAH, evidenciando maior variabilidade de resposta e erros de omissão (Johnson et al., 2008; Mullane et al., 2011). Em crianças com TEA, pesquisas também identificaram

tempos de reação mais lentos e maior número de erros, sem diferenças consistentes entre os índices de alerta, orientação e controle executivo (Pudło *et al.*, 2022).

Portanto, a redução do efeito de alerta nos dados aqui apresentados pode indicar tanto uma aproximação ao padrão observado em TDAH quanto um processo de adaptação da rede atencional no contexto de intervenção.

No que diz respeito ao efeito de orientação (orienting), duas crianças apresentaram melhora qualitativa após a intervenção. Uma delas reduziu um padrão paradoxal inicial (RT mais rápido com pistas centrais em comparação a espaciais), aproximando-se de valores neutros no pós-teste. Outra manteve valores positivos com leve incremento, indicando maior aproveitamento das pistas espaciais. Apenas uma criança manteve valores negativos consistentes.

A literatura sobre TEA indica que déficits de orientação são heterogêneos: alguns estudos reportam diferenças discretas ou inexistentes entre grupos clínicos e típicos (Keehn *et al.*, 2010), enquanto outros apontam que alterações em orienting podem estar associadas à integração atencional e ao impacto em competências sociais (Sabag; Geva, 2022). Nos estudos sobre TDAH, por sua vez, a rede de orientação costuma aparecer preservada em comparação com as redes de alerta e controle executivo (Oberlin; Alford; Marrocco, 2005). O achado de melhora na orientação após intervenção sugere que a exposição a ambientes naturais pode facilitar o uso funcional de pistas espaciais, possivelmente por promover estímulos contextuais mais ricos e direcionados.

O efeito de conflito (*conflict*) apresentou variações marcantes entre os participantes. Uma criança exibiu aumento expressivo do custo executivo (+170 ms), sugerindo maior sensibilidade à interferência de estímulos incongruentes. Outra, que havia demonstrado padrão paradoxal no pré-teste (incongruentes mais rápidos que congruentes), passou a apresentar custo executivo típico no pós, refletindo maturação no controle inibitório. Já a terceira criança apresentou efeito negativo no pós-teste (incongruentes mais rápidos), possivelmente refletindo estratégias alternativas de resposta ou instabilidade no controle executivo. Estudos clássicos com crianças com TDAH reportam déficits consistentes na rede de controle executivo, com maiores tempos de reação e maior variabilidade (Adólfssdóttir *et al.*, 2008; Mullane *et al.*, 2011).

Em crianças com TEA, os resultados são mais variáveis: alguns estudos não encontram diferenças significativas nos índices de conflito, enquanto outros apontam correlações entre desempenho no ANT e sintomas de comunicação e socialização (Pudło *et al.*, 2022). A heterogeneidade aqui observada alinha-se a essa literatura, reforçando que o controle executivo é altamente sensível a diferenças individuais e fatores contextuais.

Os testes estatísticos realizados (t pareado e Wilcoxon) reforçam essas interpretações. Duas crianças apresentaram redução significativa no tempo de reação após a intervenção ($p < 0,05$), enquanto uma não apresentou diferença estatisticamente significativa. Esses resultados sugerem que, embora a intervenção seja capaz de gerar ganhos objetivos em velocidade de resposta e engajamento atencional, tais efeitos não são

uniformes, refletindo a plasticidade diferencial das redes atencionais. Estudos de revisão apontam que tanto TEA quanto TDAH compartilham alterações nos sistemas de alerta e controle executivo, mas com graus e expressões distintos (Keehn *et al.*, 2013; Mullane *et al.*, 2011).

Assim, os resultados aqui obtidos se inserem em um corpo de evidências que demonstra a utilidade do ANT para caracterizar perfis atencionais em diferentes condições do neurodesenvolvimento. A intervenção com realidade virtual em ambientes naturais parece ter potencial para modular essas redes, mas a direção e a magnitude dos efeitos dependem de variáveis individuais. Esse dado é consistente com abordagens contemporâneas que ressaltam a heterogeneidade dentro dos diagnósticos de TEA e TDAH, e reforçam a importância de delineamentos longitudinais e amostras ampliadas para compreensão mais robusta dos efeitos de intervenções ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da exposição a ambientes naturais mediados por realidade virtual (RV) na atenção de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), utilizando o *Attention Network Test* (ANT) como medida de desempenho atencional. Os resultados mostraram que a intervenção foi capaz de induzir melhorias na velocidade de resposta e no engajamento atencional, além de favorecer reorganizações nas redes de alerta e orientação. No entanto, os efeitos observados sobre o controle executivo foram heterogêneos, reforçando a necessidade de considerar a variabilidade individual tanto no delineamento das intervenções quanto na interpretação de seus resultados.

De modo geral, observou-se que a realidade virtual pode se configurar como uma ferramenta inovadora e promissora na estimulação cognitiva de crianças com TEA, permitindo a criação de ambientes controlados, imersivos e motivadores, capazes de potencializar o engajamento, reduzir distrações e estimular habilidades atencionais específicas. O caráter lúdico e interativo da tecnologia também representa um diferencial relevante, uma vez que favorece maior adesão das crianças às atividades terapêuticas e educacionais.

Do ponto de vista científico, este estudo contribui para o campo das neurociências aplicadas à educação e à saúde mental ao propor a RV como recurso complementar em estratégias de reabilitação cognitiva. Embora os resultados devam ser interpretados com cautela, devido ao número reduzido de participantes e à ausência de acompanhamento longitudinal, eles corroboram pesquisas recentes que destacam a plasticidade e a maleabilidade das redes atencionais frente a estímulos ambientais e tecnológicos.

Entre as limitações do estudo, destacam-se: o tamanho restrito da amostra, que não permite generalizações amplas; a variabilidade individual significativa, que dificulta interpretações homogêneas; e a ausência de medidas complementares, como registros neurofisiológicos (ex.: EEG), que poderiam oferecer maior precisão na análise.

Essas limitações, entretanto, abrem caminhos para estudos futuros. Recomenda-se que investigações posteriores contem com amostras ampliadas, protocolos de intervenção mais longos, delineamentos longitudinais para acompanhar a estabilidade dos efeitos e métodos multimodais de avaliação que integrem dados comportamentais e neurofisiológicos. Além disso, sugere-se a exploração de adaptações personalizadas dos estímulos virtuais, respeitando a heterogeneidade típica do TEA e possibilitando intervenções mais individualizadas.

A exposição a ambientes virtuais baseados na natureza mostra-se uma estratégia com potencial para complementar práticas tradicionais de intervenção em TEA, abrindo novas perspectivas para a integração entre tecnologia, saúde e educação. Ao reconhecer a singularidade de cada criança e empregar recursos inovadores para estimular o desenvolvimento cognitivo, este estudo reforça a relevância de abordagens interdisciplinares no cuidado e na promoção da qualidade de vida de pessoas com TEA.

REFERÊNCIAS

ADÓLFSDÓTTIR, S. *et al.* A characteristic pattern of deficits in children with ADHD. **Neuropsychology**, Washington, v. 22, n. 6, p. 658-667, 2008.

GOOD, Samantha *et al.* Examining autism spectrum using the Attention Network Test: a meta-analysis. **Review Journal of Autism and Developmental Disorders**, Basel, v. 11, 2024.

JOHNSON, K. A. *et al.* Impaired conflict resolution and alerting in children with ADHD. **Neuropsychologia**, Oxford, v. 46, n. 2, p. 379-385, 2008.

KEEHN, B. *et al.* Attentional networks in children and adolescents with autism. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, Oxford, v. 51, n. 11, p. 1251-1259, 2010.

KEEHN, B. *et al.* Atypical attentional networks and the emergence of autism. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, Amsterdam, v. 37, n. 2, p. 164-183, 2013.

MCKAY, M. T. **Attention and cognitive control: clinical and educational perspectives**. London: Academic Press, 2022.

MULLANE, J. C. *et al.* Alerting, orienting, and executive attention in children with ADHD. **Journal of Attention Disorders**, Thousand Oaks, v. 15, n. 4, p. 310-320, 2011.

NEVES, Andréa de Cássia Ramos de Oliveira. Integração de ferramentas colaborativas e realidade virtual na terapia e educação de crianças com transtorno do espectro autista: impactos no desenvolvimento motor, cognitivo e social. **Revista Educação Contemporânea**, São Paulo, v. 2, n. 2, 2025.

OBERLIN, B.; ALFORD, J.; MARROCCO, R. Normal attention orienting but abnormal stimulus alerting and conflict effect in combined subtype of ADHD. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v. 374, n. 3, p. 222-226, 2005.

PUDŁO, M. Z. et al. Efficiency of attentional processes in adolescents with ASD. **Frontiers in Psychiatry**, Lausanne, v. 13, p. 950245, 2022.

SABAG, M.; GEVA, R. Hyper and hypo attention networks activations affect social development in children with autism spectrum disorder. **Frontiers in Human Neuroscience**, Lausanne, v. 16, p. 902041, 2022.

SARAIVA, Isabella Ferreira et al. Transtorno do espectro autista (TEA): etiologia, diagnóstico e intervenções terapêuticas: uma revisão bibliográfica da literatura. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 10, n. 8, p. 2281-2291, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i8.15262.

TORQUATO, J. Realidade virtual aplicada à educação: perspectivas e desafios. **Revista Brasileira de Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 45-58, 2020.