

Empregando Mecânica de Progressão *On-Rail* e Tecnologias de Jogos 3D no Apoio à Intervenção Terapêutica em Crianças com Transtorno do Espectro Autista

Using On-Rail Progression Mechanics and 3D Game Technologies to Support Therapeutic Intervention in Children with Autism Spectrum Disorder

Ana Cesarina de Oliveira Carneiro¹, David Oliveira Silva¹, Marcelo Martins da Silva¹
Gabriel Antoine Louis Paillard², Antônio José Melo Leite Júnior²

¹Universidade Federal do Ceará (UFC) – Quixadá – CE – Brasil

²Universidade Federal do Ceará - Instituto UFC Virtual – Fortaleza – CE – Brasil

{anaoliveirna,maemioliveira}@alu.ufc.br, {martins2016eng}@gmail.com,
gabriel,melojunior}@virtual.ufc.br,

Abstract. Introduction: Autism Spectrum Disorder (ASD) requires interventions that promote predictability and sensory control. **Objective:** To evaluate the use of on-rail mechanics in a 3D game for socioemotional intervention. **Methodology:** The virtual experience Ilha das Emoções was evaluated with 10 children with ASD and five professionals. **Results:** Positive effects were observed on engagement, sensory tolerability, behavioral stability, and emotional identification. **Contribution:** The study demonstrates the potential of on-rail mechanics for cognitively accessible therapeutic 3D games. **Keywords** Autism Spectrum Disorder, On-Rail Mechanics, 3D Digital Games, Therapeutic Intervention, Cognitive Accessibility.

Resumo. Introdução: O Transtorno do Espectro Autista (TEA) demanda intervenções que promovam previsibilidade e controle sensorial. **Objetivo:** Avaliar o uso da mecânica on-rail em um jogo 3D para intervenção socioemocional. **Metodologia:** A experiência virtual Ilha das Emoções foi avaliada com 10 crianças com TEA e cinco profissionais. **Resultados:** Foram observados efeitos positivos no engajamento, na tolerabilidade sensorial, na estabilidade comportamental e na identificação emocional. **Contribuição:** O estudo demonstra o potencial da mecânica on-rail para jogos terapêuticos 3D com acessibilidade cognitiva.

Palavras-Chave Transtorno do Espectro Autista, Mecânica On-Rail, Jogos Digitais 3D, Intervenção Terapêutica, Acessibilidade Cognitiva.

1. Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por déficits na comunicação social, padrões comportamentais restritos e alterações no processamento sensorial, fatores que impactam diretamente o reconhecimento emocional e a interação da criança com o ambiente [Association 2022]. Em contextos terapêuticos, essas características exigem estratégias que promovam previsibilidade, controle de estímulos e manutenção do foco atencional.

As tecnologias de jogos tridimensionais têm sido utilizadas como recurso de apoio à terapia por permitirem experiências seguras, repetíveis e adaptáveis. Estudos mostram resultados positivos no treinamento de habilidades sociais e emocionais em crianças com TEA por meio de ambientes imersivos [Frolli et al. 2022]. No contexto brasileiro, há iniciativas de jogos digitais voltadas ao reconhecimento de emoções em crianças e adolescentes com TEA durante o acompanhamento terapêutico [Oliveira et al. 2021]. No entanto, muitas dessas aplicações adotam navegação tridimensional ativa e interações exploratórias complexas, exigindo orientação espacial e processamento simultâneo de múltiplos estímulos [Jerald 2015]. Em usuários com TEA, esse modelo, baseado no game design de mundo aberto com exploração livre, pode elevar a carga cognitiva, reduzir a previsibilidade da sessão e limitar a atenção ao objetivo terapêutico [Parsons et al. 2004].

Em revisão sistemática sobre o uso de ambientes virtuais por crianças e adolescentes com TEA, [Mesa-Gresa et al. 2018] apontam resultados positivos no reconhecimento emocional, na comunicação e nas funções executivas, reforçando o potencial terapêutico de abordagens mais controladas. Em particular, Newbutt et al. [Newbutt et al. 2016] observaram que a aceitação e a tolerabilidade em experiências com *Head-Mounted Displays* (HMDs, capacetes com tela e emissores de som fixados à cabeça do usuário) por indivíduos no espectro autista estão diretamente relacionadas à previsibilidade dos estímulos e ao conforto durante a exposição, o que reforça a importância de configurações menos sobrecarregadas.

Com base nessas observações, este trabalho propõe um Ambiente Virtual com navegação baseada em uma mecânica de progressão *on-rail* (guiada por trilhos), na qual a experiência ocorre em um cenário estático e a progressão narrativa é conduzida externamente pelo terapeuta. Diferentemente de abordagens centradas na exploração autônoma, o modelo reduz demandas sensório-motoras e mantém a mediação humana durante a intervenção. Bastante utilizada no desenvolvimento de jogos, como nos *on-rail shooters*, essa mecânica restringe a movimentação espacial do usuário a um percurso fixo e automatizado [Rogers 2014].

Na abordagem apresentada, a experiência ocorre com crianças com TEA utilizando um HMD em um trajeto pré-determinado, no qual o ritmo de avanço, as pausas e a cadência dos eventos narrativos são controlados externamente pelo terapeuta. Essa escolha de design permite implementar a navegação passiva [Loomis et al. 1999], mantendo o foco do participante nos estímulos socioemocionais. Para avaliar a proposta, foi desenvolvida a "Ilha das Emoções", aplicação voltada ao reconhecimento e à regulação emocional de crianças com TEA.

O objetivo deste trabalho é apresentar o modelo proposto e analisar seu potencial clínico como apoio à mediação do reconhecimento emocional de crianças no espectro autista. Espera-se, com isso, oferecer aos profissionais da saúde um recurso que contribua para a condução de atendimentos com maior foco atencional e conforto sensorial.

2. Transtorno do Espectro Autista e Processamento Sensorial

O TEA é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por déficits persistentes na comunicação e na interação social, associados a padrões comportamentais restritos e repetitivos [Association 2022]. Em crianças no espectro, são frequentes dificuldades no reconhecimento de expressões faciais, na interpretação de estados afetivos e na elaboração

de respostas emocionais socialmente adequadas, comprometendo a cognição social e a autorregulação.

Alterações no processamento sensorial também são comuns, manifestando-se por hiper ou hiporreatividade a estímulos visuais, auditivos e táteis [Ben-Sasson et al. 2009]. Em contextos terapêuticos, essas características tornam importante o controle dos estímulos apresentados à criança, uma vez que ambientes muito complexos podem comprometer a atenção, aumentar o desconforto sensorial e dificultar sua participação nas atividades.

O TEA é descrito em três níveis de suporte clínico — níveis 1, 2 e 3 — definidos de acordo com a intensidade dos déficits sociocomunicativos e dos comportamentos restritos [Olson et al. 2024]. Essa classificação auxilia na compreensão das necessidades de apoio de cada criança e no planejamento das intervenções [Halliday et al. 2024]. Considerando as diferenças sensoriais e cognitivas presentes no espectro, torna-se importante adotar estratégias terapêuticas que priorizem previsibilidade, organização dos estímulos e adaptação da experiência.

3. Ambientes Virtuais como Ferramenta de Apoio Terapêutico

Ambientes virtuais têm sido utilizados como recurso terapêutico por permitirem experiências imersivas seguras, controladas e repetíveis, favorecendo o treinamento comportamental e a representação visual de situações sociais [Freina e Ott 2015]. Em crianças com TEA, revisões apontam benefícios no reconhecimento emocional, nas habilidades sociais e nas funções executivas [Mesa-Gresa et al. 2018].

Além disso, estudos sobre tecnologias interativas e *serious games* mostram que recursos digitais voltados ao treinamento socioemocional contribuem para a compreensão de expressões faciais, a associação entre situações cotidianas e estados afetivos e a participação da criança em atividades mediadas, especialmente quando organizados com narrativas simples e baixa complexidade de estímulos [Grossard et al. 2017].

Em intervenções socioemocionais convencionais, o trabalho terapêutico costuma ocorrer por meio de mediações verbais diretas e materiais visuais estáticos, exigindo retomadas frequentes da atenção para manter o envolvimento da criança ao longo da atividade. Nesse contexto, os ambientes virtuais oferecem novas possibilidades para organizar a experiência terapêutica, tanto do ponto de vista perceptivo quanto narrativo.

Entretanto, a efetividade clínica dessas ferramentas não depende apenas da inserção da tecnologia, mas da forma como a experiência é planejada. Aplicações baseadas em liberdade exploratória e múltiplos estímulos concorrentes tendem a aumentar a demanda por orientação espacial e divisão da atenção [Jerald 2015], enquanto experiências visualmente simplificadas apresentam maior tolerabilidade e melhor adequação ao público autista [Newbutt et al. 2016]. Por esse motivo, adaptar o ambiente às necessidades sensoriais e atencionais do usuário é um aspecto fundamental para favorecer sua participação durante a atividade terapêutica.

4. Mecânica *On-Rail* e Controle Cognitivo em Aplicações Terapêuticas

Diferentemente de abordagens centradas na exploração autônoma, o modelo *on-rail* organiza a experiência de forma guiada, reduz as demandas sensório-motoras e mantém

o foco na mediação terapêutica. Em sistemas interativos tridimensionais, particularmente nos jogos digitais, o modelo de progressão *on-rail* restringe o controle da navegação espacial do usuário, conduzindo-o por uma trajetória predefinida e automatizada. Enquanto, na indústria do entretenimento, essa mecânica é frequentemente utilizada para criar experiências cinematográficas e direcionar a atenção do jogador para a ação imediata [Rogers 2014], em contextos terapêuticos e de reabilitação ela pode atuar como uma ferramenta de acessibilidade cognitiva e de apoio ao controle atencional [Mendes et al. 2025].

Aplicações imersivas convencionais geralmente priorizam a liberdade exploratória e o rastreamento espacial contínuo. Essa forma de navegação tridimensional exige do usuário uma integração sensorio-motora complexa, com demanda por orientação espacial, divisão da atenção e processamento simultâneo de múltiplos estímulos concorrentes [Jerald 2015, Abtahi et al. 2022]. Nesse contexto, o modelo *on-rail* limita os graus de liberdade da navegação, reduzindo a necessidade de orientação espacial autônoma e simplificando a interação com o ambiente virtual.

Para pacientes em processo de intervenção clínica, abordagens baseadas em exploração autônoma podem reduzir a previsibilidade da sessão e aumentar a dispersão da atenção em relação ao objetivo terapêutico central [Parsons et al. 2004]. Com a adoção da mecânica de navegação *on-rail*, o ritmo da experiência passa a ser controlado pelo terapeuta, que define o avanço e as pausas da narrativa. Dessa forma, o paciente não precisa tomar decisões relacionadas ao deslocamento ou à definição de rotas, podendo concentrar sua atenção nas atividades conduzidas durante a sessão e na interação com o terapeuta [Mendes et al. 2025].

5. Solução Proposta

O modelo proposto foi desenvolvido a partir de um processo de cocriação envolvendo uma equipe multidisciplinar formada por duas psicólogas, uma psicopedagoga, uma neuropsicopedagoga e uma terapeuta ocupacional, todas com experiência no atendimento de crianças com TEA. Ao longo dos encontros, as especialistas destacaram como uma necessidade frequente a dificuldade apresentada por essas crianças no reconhecimento, na nomeação e na expressão de emoções, aspecto que pode interferir na comunicação, na interação social e nos processos de autorregulação.

Considerando que intervenções terapêuticas direcionadas a crianças com TEA podem se beneficiar de ambientes mais previsíveis e com menor variação de estímulos, o modelo proposto utiliza uma mecânica de navegação *on-rail*, na qual o terapeuta conduz uma narrativa previamente definida enquanto a criança, por meio de um HMD, observa um ambiente virtual tridimensional e seus elementos sonoros. A narrativa foi estruturada a partir de um roteiro que apresenta situações específicas de forma gradual, permitindo que diferentes eventos sejam vivenciados pela criança ao longo de um percurso definido no ambiente virtual, conforme os objetivos estabelecidos para a intervenção terapêutica.

Com o objetivo de reduzir a necessidade de orientação espacial por parte da criança, a visualização do ambiente permanece estável, sem acompanhar movimentos livres da cabeça do usuário. Durante as transições entre os eventos, realizadas a partir da ação do terapeuta, a câmera que representa a perspectiva da criança é reposicionada de maneira suave, acompanhando o percurso previamente definido no ambiente virtual,

característica que fundamenta a utilização da mecânica *on-rail*. Além disso, quando necessário, o terapeuta pode retornar a eventos anteriores do percurso, possibilitando a repetição de determinados estímulos durante a sessão.

Assim, o controle do ritmo, da repetição e da progressão dos estímulos permanece sob responsabilidade do terapeuta, permitindo adaptar a experiência às necessidades de cada criança. Essa abordagem busca proporcionar maior previsibilidade durante a intervenção, ao mesmo tempo em que favorece a atenção e o envolvimento da criança com os estímulos apresentados no ambiente virtual.

5.1. Ilha das Emoções

Como parte da avaliação da solução proposta, foi desenvolvida a experiência virtual denominada "Ilha das Emoções", construída a partir das contribuições das terapeutas consultadas durante a definição do modelo. A experiência foi ambientada em uma ilha, escolhida por possibilitar a criação de um percurso lúdico, organizado e visualmente estruturado. Conforme apresentado na Figura 1, o cenário foi composto por caminhos identificados por cores relacionadas a quatro emoções básicas: amarelo para alegria, vermelho para raiva, azul para tristeza e verde para medo. Essa organização por cores foi adotada como um recurso visual auxiliar, contribuindo para a identificação e diferenciação das emoções abordadas ao longo da atividade.

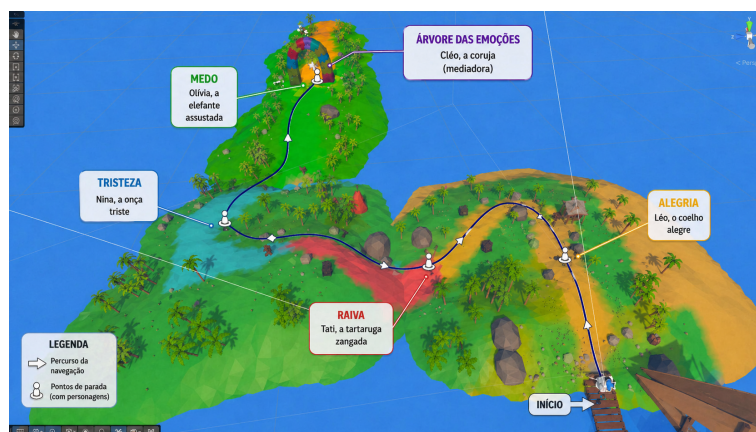


Figura 1. Planta baixa da Ilha das Emoções.

Em substituição aos modelos humanos, foram utilizados personagens animais antropomorfizados com estilo cartunesco, buscando reduzir possíveis ambiguidades na interpretação das expressões faciais e tornar as interações sociais apresentadas mais simples e compreensíveis. A Figura 2 apresenta os modelos tridimensionais utilizados na experiência: Léo, o coelho alegre; Tati, a tartaruga zangada; Nina, a onça triste; Olívia, a elefante assustada; e Cléo, a coruja.

A narrativa desenvolvida estabelece uma navegação guiada, na qual os personagens são apresentados gradualmente pelo terapeuta à criança durante a experiência no ambiente virtual. A comunicação realizada pelo terapeuta busca auxiliar a criança na identificação dos sentimentos representados por cada animal, relacionando-os a situações presentes em seu cotidiano. Ao final do percurso, a narrativa é encerrada na Árvore das Emoções, local em que se encontra a coruja Cléo, responsável por retomar as características de cada emoção trabalhada ao longo da experiência.



Figura 2. Personagens utilizados na Ilha das Emoções.

Os personagens foram inicialmente gerados a partir de prompts utilizando a plataforma de Inteligência Artificial Generativa Triplo AI 3D [Tripo AI 2025]. A geração considerou elementos visuais como formas arredondadas, texturas simples e expressões faciais destacadas, buscando adequar os modelos ao contexto da aplicação. Em seguida, os modelos foram ajustados no Blender [Blender 2025]. O ambiente virtual foi composto por elementos tridimensionais de baixa complexidade geométrica (*low-poly*), escolhidos para manter uma apresentação visual simples e evitar excesso de informações durante a interação.

Após a definição dos elementos narrativos e visuais, a aplicação foi desenvolvida utilizando o motor de jogos Unity 3D [Unity Technologies 2025]. O ambiente da ilha foi configurado com recursos de modelagem e controle de câmera da própria *engine*, permitindo a implementação de um deslocamento automatizado baseado na mecânica *on-rail*. Dessa forma, a criança percorre o ambiente sem a necessidade de controlar diretamente a movimentação, mantendo o foco nas situações emocionais apresentadas.

A navegação passiva foi implementada utilizando o pacote *Cinemachine*, por meio do recurso *Spline Dolly*, responsável pelo movimento da câmera ao longo de uma trajetória previamente definida. Essa configuração permitiu controlar o percurso, a velocidade e as transições entre os cenários, proporcionando maior estabilidade durante a experiência.

Ao final, a aplicação foi compilada para execução nos dispositivos HMD Meta Quest 2 [Meta Quest 2 2025]. A escolha do equipamento considerou sua disponibilidade para a equipe, enquanto as ferramentas de desenvolvimento foram selecionadas com base na experiência prévia dos pesquisadores na criação de aplicações interativas.

6. Avaliação

Com o objetivo de analisar a aplicabilidade clínica da proposta, a Ilha das Emoções foi avaliada a partir de duas abordagens complementares: a observação da interação de crianças com TEA durante a utilização do ambiente virtual e a coleta qualitativa das percepções dos profissionais responsáveis pelas mediações terapêuticas, realizada em uma instituição especializada no atendimento desse público.

Todos os procedimentos do estudo foram documentados e conduzidos em

conformidade com as Resoluções nº 466/2012 e nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Os responsáveis legais pelas crianças assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), a instituição participante forneceu a Declaração de Anuência Institucional e os profissionais envolvidos foram devidamente informados sobre a pesquisa. Os dados coletados foram tratados de forma confidencial e apresentados de maneira a preservar a privacidade dos participantes, sem exposição de informações que permitissem sua identificação.

A amostra foi composta por 10 crianças com idades entre 6 e 10 anos, distribuídas entre os níveis 1, 2 e 3 de suporte do TEA, contemplando participantes verbais e não verbais, além de casos com comorbidades associadas, como Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH) e Transtorno Opositivo-Desafiador (TOD). Também participaram cinco profissionais da equipe multidisciplinar (dois psicólogos, uma psicopedagoga, uma neuropsicopedagoga e uma terapeuta ocupacional), responsáveis pela mediação das sessões e pela avaliação da ferramenta.

A aplicação experimental foi realizada em sessões individuais, com duração média entre 5 e 7 minutos, conduzidas com acompanhamento integral da equipe multidisciplinar. A participação contínua dos profissionais possibilitou oferecer suporte durante a experiência, garantindo condições de segurança, acolhimento emocional e a interrupção da atividade sempre que identificados sinais de desconforto sensorial ou resistência comportamental.

Durante as sessões, os profissionais utilizaram um dos controles do HMD para apresentar sequencialmente cada personagem e a emoção associada a ele, estimulando a criança a compartilhar suas percepções e experiências relacionadas às situações apresentadas. Quando necessário, determinados eventos foram revisitados por meio do retorno ao local correspondente no ambiente virtual, permitindo a retomada de situações específicas e a aplicação de estratégias de autorregulação relacionadas aos contextos apresentados.

Para viabilizar a condução da experiência em tempo real, o conteúdo visual exibido no HMD também era acompanhado pelos terapeutas por meio de monitoramento externo, utilizando um aparelho celular ou monitor de computador. Esse acompanhamento permitiu observar os estímulos apresentados à criança e ajustar as orientações verbais, pausas e intervenções comportamentais conforme o desenvolvimento da narrativa, conforme apresentado na Figura 3.



Figura 3. Aplicação da experiência Ilha das Emoções com mediação terapêutica.

Assim, diante da apresentação de um personagem triste, por exemplo, o terapeuta poderia utilizar perguntas como *"você já ficou assim alguma vez?"* ou *"o que aconteceu para ele estar triste?"*, ajustando a abordagem conforme as respostas apresentadas, o nível de suporte e o estado regulatório de cada criança. Essa flexibilidade possibilitou adaptações durante o percurso, permitindo aprofundar, retomar ou simplificar determinadas mediações de acordo com as necessidades identificadas durante a interação.

Ao longo das sessões, os profissionais realizaram registros das observações relacionadas ao comportamento das crianças durante a interação com o ambiente virtual. Foram considerados aspectos como o envolvimento na atividade, a tolerância aos estímulos sensoriais, a estabilidade comportamental, a necessidade de mediação clínica e as respostas apresentadas diante das atividades propostas. Essas observações contribuíram para a análise qualitativa dos resultados e complementaram os dados obtidos nas entrevistas realizadas com a equipe multidisciplinar.

Após a conclusão das sessões, foi realizada uma coleta qualitativa das percepções clínicas dos profissionais envolvidos nos atendimentos, com o objetivo de complementar os dados observacionais. Todos os participantes possuíam experiência profissional superior a cinco anos no atendimento de crianças com TEA, característica considerada relevante para a interpretação das observações e avaliações realizadas.

A coleta foi conduzida por meio de entrevistas semiestruturadas individuais, com duração média de 25 minutos, registradas em áudio e posteriormente transcritas para análise. O roteiro utilizado contemplou aspectos relacionados à formação e à experiência profissional dos participantes, à adequação sensorial do ambiente virtual no contexto do TEA, às percepções sobre os impactos da ferramenta na condução terapêutica e nas respostas comportamentais das crianças, além dos desafios identificados e das sugestões de aprimoramento da solução.

7. Resultados e Discussões

Nesta seção são apresentados os resultados da avaliação da solução proposta, a partir das observações realizadas durante as aplicações com as crianças e dos relatos da equipe multidisciplinar participante.

7.1. Resultados da Aplicação com as crianças

Durante a aplicação experimental, foram identificadas diferenças no comportamento dos participantes conforme o nível de suporte clínico. As crianças classificadas no nível 1 apresentaram maior autonomia durante a interação, aceitaram espontaneamente o uso do HMD, mesmo considerando suas características físicas, como peso e isolamento do ambiente virtual, e mantiveram a atenção ao longo da narrativa.

As crianças do nível 2 apresentaram sinais iniciais de ansiedade e pequenas alterações comportamentais, como ajustes frequentes de postura e movimentos discretos das mãos em alguns momentos da experiência. No entanto, com a antecipação verbal e a condução estruturada realizada pelos profissionais, conseguiram participar da atividade e acompanhar a narrativa proposta.

Por sua vez, os participantes classificados no nível 3 necessitaram de maior acompanhamento durante a sessão, incluindo momentos de pausa para regulação e suporte

contínuo dos profissionais, principalmente durante os deslocamentos no ambiente virtual. Ainda assim, conseguiram permanecer na experiência até o encerramento da atividade. Apesar das diferentes necessidades de mediação entre os níveis de suporte, não foram observados episódios de crise sensorial intensa, remoção abrupta do HMD ou interrupção da atividade em nenhuma das sessões realizadas. A Tabela 1 apresenta as principais respostas comportamentais identificadas durante a experiência.

Tabela 1. Principais respostas comportamentais dos participantes.

Part.	Id.	Nível	Perfil	Resposta observada
C1	7	1	V	Engajamento alto; postura estável; estereotipias leves.
C2	8	1	V	Boa identificação emocional; ausência de desconforto sensorial.
C3	6	2	V	Ansiedade inicial; mediação moderada; conclusão satisfatória.
C4	10	1	V	Alta concentração; comportamento organizado; baixa mediação.
C5	10	2	V	Sensibilidade ao deslocamento; reorganização breve.
C6	7	3	NV	Hipersensibilidade visual; mediação frequente; pausas regulatórias.
C7	6	2	V	Resistência inicial; adaptação progressiva; atenção mantida.
C8	9	3	NV	Excitação motora; estereotipias frequentes; suporte constante.
C9	9	3	V	Insegurança inicial; instabilidade postural; tolerância parcial.
C10	9	1	V	Alto engajamento; autonomia; conclusão sem intercorrências.

Legenda: V = verbal; NV = não verbal.

Embora não tenham sido observados episódios de desconforto sensorial intenso ou abandono da atividade durante as sessões, os resultados referem-se a aplicações de curta duração. Assim, aspectos relacionados à adaptação ao HMD, à fadiga visual e à tolerabilidade em sessões prolongadas ainda demandam investigação em estudos futuros, especialmente considerando a heterogeneidade clínica das crianças com TEA.

7.2. Percepção clínica e profissional

A análise das entrevistas foi realizada por meio da Análise Temática reflexiva proposta por [Braun e Clarke 2006]. Para garantir o anonimato dos participantes, os profissionais foram identificados pelos códigos P1 a P5. A análise dos relatos possibilitou a identificação de quatro temas principais relacionados às percepções dos profissionais sobre o uso da mecânica *on-rail* nas intervenções terapêuticas: (i) Engajamento e organização comportamental; (ii) Mediação simbólica e elaboração emocional; (iii) Regulação sensorial e previsibilidade ambiental; e (iv) Reconfiguração da prática profissional. Os resultados de cada tema são apresentados a seguir, acompanhados de trechos das entrevistas que representam as percepções dos participantes.

Em relação ao engajamento e à organização comportamental, os profissionais relataram que a mecânica *on-rail* contribuiu para a permanência das crianças na atividade, com redução de comportamentos de fuga e menor necessidade de redirecionamentos verbais. Segundo os participantes, a navegação previsível e a sequência organizada da narrativa auxiliaram na manutenção da atenção e tornaram a condução das sessões mais estruturada. Como relatado por P2: *“Observei uma redução clara nos comportamentos de fuga e dispersão ao longo da aplicação [...] As crianças mantiveram o foco de maneira mais organizada. A sequência estruturada do cenário parece ter contribuído para isso.”*

No tema relacionado à mediação simbólica e à elaboração emocional, os profissionais destacaram que a narrativa e os personagens auxiliaram as crianças no reconhecimento e na expressão das emoções. De acordo com os relatos, a representação por meio dos personagens tornou a abordagem mais acessível, favorecendo a relação entre

as situações apresentadas na experiência e acontecimentos do cotidiano das crianças. Conforme observado por P5, *“as crianças se mostraram mais participativas quando a emoção estava vinculada à história”*, indicando que o contexto narrativo contribuiu para a expressão emocional durante a atividade.

Quanto à regulação sensorial e à previsibilidade ambiental, os profissionais apontaram que a organização do cenário e a ausência de alterações bruscas no ambiente virtual favoreceram uma experiência mais confortável para as crianças. A previsibilidade do percurso foi associada a uma maior estabilidade durante a interação, principalmente entre participantes que apresentavam maior necessidade de suporte. Conforme relatado por P2, *“a previsibilidade do cenário foi um fator importante para a regulação”*, destacando a importância da organização do ambiente para a condução da atividade.

Por fim, os participantes destacaram que a ferramenta deve ser compreendida como um recurso de apoio às intervenções terapêuticas, integrado às práticas já utilizadas pelos profissionais. Nesse sentido, P5 afirmou que *“o profissional continua sendo o mediador central do processo”*, reforçando que a tecnologia atua como um suporte à atuação clínica, cuja utilização depende dos objetivos definidos e da condução realizada pelo terapeuta.

8. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou o emprego da mecânica de progressão *on-rail* e de tecnologias de jogos tridimensionais como suporte a intervenções terapêuticas em crianças com TEA. Sua validação baseou-se no desenvolvimento e avaliação da experiência virtual Ilha das Emoções, concebida para priorizar previsibilidade ambiental, controle sensorial e foco nos estímulos emocionais por meio de condução profissional contínua.

Os resultados obtidos indicaram maior tolerabilidade sensorial, estabilidade comportamental e engajamento durante a identificação emocional, refletindo-se na permanência nas atividades, mesmo entre crianças com maior necessidade de suporte. Na percepção clínica da equipe multidisciplinar, a ferramenta mostrou-se um recurso complementar viável para ampliar estratégias de intervenção socioemocional. Como contribuição, o estudo aponta a mecânica *on-rail* como uma estratégia de acessibilidade cognitiva aplicável ao desenvolvimento de jogos digitais tridimensionais para contextos terapêuticos, ao favorecer previsibilidade, controle atencional e mediação clínica contínua.

Como limitações, destacam-se o número reduzido de participantes e a realização do estudo em uma única instituição. Como trabalho futuro, faz-se necessária a ampliação da amostra clínica e institucional, incluindo estudos longitudinais sobre a repetição do uso da solução em múltiplas sessões terapêuticas.

Agradecimentos e Declaração de Uso de IA

Agradece-se ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio concedido ao desenvolvimento desta pesquisa. O trabalho contou ainda com o suporte de ferramentas de Inteligência Artificial (IA) Generativa para organização preliminar, síntese de conteúdos e refinamento linguístico, permanecendo a redação final e a validação integral do manuscrito.

Referências

- Abtahi, P., Hough, S. Q., Landay, J. A., e Follmer, S. (2022). Beyond being real: A sensorimotor control perspective on interactions in virtual reality. In *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '22, page 1–17. ACM.
- Association, A. P. (2022). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5-TR*. American Psychiatric Association Publishing.
- Ben-Sasson, A., Hen, L., Fluss, R., Cermak, S. A., Engel-Yeger, B., e Gal, E. (2009). A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(1):1–11.
- Blender (2025). Blender - the free and open source 3d creation software. <https://www.blender.org>. Acesso em: 25 dez. 2025.
- Braun, V. e Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2):77–101.
- Freina, L. e Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives.
- Frolli, A., Savarese, G., Di Carmine, F., Bosco, A., Saviano, E., Rega, A., Carotenuto, M., e Ricci, M. C. (2022). Children on the autism spectrum and the use of virtual reality for supporting social skills. *Children*, 9:181.
- Grossard, C., Grynspan, O., Serret, S., Jouen, A.-L., Bailly, K., e Cohen, D. (2017). Serious games to teach social interactions and emotions to individuals with autism spectrum disorders (asd). *Computers Education*, 113:195–211.
- Halliday, A. R., Vucic, S. N., Georges, B., LaRoche, M., Mendoza Pardo, M. A., Swiggard, L. O., McDonald, K., Olofsson, M., Menon, S. N., Francis, S. M., Oberman, L. M., White, T., e van der Velpen, I. F. (2024). Heterogeneity and convergence across seven neuroimaging modalities: a review of the autism spectrum disorder literature. *Frontiers in Psychiatry*, Volume 15 - 2024.
- Jerald, J. (2015). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. ACM Books. Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool Publishers.
- Loomis, J. M., Klatzky, R. L., e Golledge, R. G. (1999). Spatial updating of perceived location during self-motion. In Stanney, K. M., editor, *Psychological issues in Virtual Reality*, pages 3–29. Academic Press.
- Mendes, D. C., Rodrigues, E. C., Farias, E. B., Ícaro da S. Barbosa, Gomes, G. A. M., Neto, J. B. C., Vidal, C. A., e Júnior, A. J. M. L. (2025). A virtual reality application for the rehabilitation of children with cerebral palsy. In *27th Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2025, Salvador, Brazil, September 30 - Oct. 3, 2025*, pages 413–422. IEEE.
- Mesa-Gresa, P., Gil-Gómez, H., Lozano-Quilis, J.-A., e Gil-Gómez, J.-A. (2018). Effectiveness of virtual reality for children and adolescents with autism spectrum disorder: An evidence-based systematic review. *Sensors*, 18(8).
- Meta Quest 2 (2025). Meta quest 2: headset de vr integrado imersivo. <https://www.meta.com/br/quest/products/quest-2>. Acesso em: 25 dez. 2025.

- Newbutt, N., Sung, C., Kuo, H.-J., Leahy, M. J., Lin, C.-C., e Tong, B. (2016). Brief report: A pilot study of the use of a virtual reality headset in autism populations. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(9):3166–3176.
- Oliveira, S., Arantes, A., e Mota, V. (2021). Meu jardim de emoções: jogo para compreensão de expressões faciais para crianças e adolescentes autistas. In *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 549–555, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Olson, L., Bishop, S., e Thurm, A. (2024). Differential diagnosis of autism and other neurodevelopmental disorders. *Pediatric Clinics of North America*, 71.
- Parsons, S., Mitchell, P., e Leonard, A. (2004). The use and understanding of virtual environments by adolescents with autistic spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34(4):449–466.
- Rogers, S. (2014). *Level Up! The Guide to Great Video Game Design*. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2nd edition.
- Tripo AI (2025). Tripo 3d: Ai 3d model generator platform. <https://www.tripo3d.ai>. Acesso em: 25 dez. 2025.
- Unity Technologies (2025). Unity 3d real-time development platform. <https://unity.com/>. Acesso em: 25 dez. 2025.