



A USABILIDADE, IMERSÃO E APRENDIZAGEM EM REALIDADE VIRTUAL IMERSIVA PARA O RECONHECIMENTO DE EMOÇÕES FACIAIS EM PESSOAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Vagner Scamati¹

PPGECT – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

vagner.scamati@ifpr.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8404055071366515>

José Roberto Herrera Cantorani²

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

cantorani@ifsp.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0674726819843483>

Claúdia Tânia Picinin³

PPGECT – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

claudiapicinin@utfpr.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2723518409363520>

AT01: Educação, Tecnologia e Inteligência Artificial.

RESUMO:

As dificuldades no Reconhecimento de Emoções Faciais (REF) representam um dos desafios centrais do Transtorno do Espectro Autista (TEA), impactando a comunicação social e a reciprocidade interpessoal. Este estudo objetiva analisar a usabilidade, a experiência imersiva e a aceitação do sistema AutiVirtus, uma plataforma de Realidade Virtual Imersiva (RVI) integrada ao Algoritmo de Progressão Adaptativa (APA) para o REF em pessoas com TEA. O sistema fundamenta-se da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) e no modelo CAMIL sobre a aprendizagem imersiva. A metodologia consistiu em um ensaio clínico controlado randomizado (ECCR) com 22 participantes com TEA, que investiga as variáveis subjetivas de presença, motivação e aprendizado percebido. Os resultados demonstraram altos níveis de aceitabilidade e satisfação global, com o design inclusivo provando ser eficaz na redução do esforço cognitivo. As análises correlacionais revelaram interdependências positivas e significativas sugerindo que a imersão atua como um mediador psicológico para o engajamento e a aquisição de competências sócio emocionais no TEA. Conclui-se que o AutiVirtus possui potencial clínico e educacional, oferecendo uma ferramenta humanizada e ecologicamente válida que respeita a heterogeneidade cognitiva do TEA, favorecendo a autonomia no processamento emocional.

Palavras-chave: Aprendizagem imersiva; Realidade virtual imersiva; Reconhecimento de emoções faciais; Transtorno do espectro autista;

¹ Doutorando no PPGE (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, PR, Brasil.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Registro, SP, Brasil

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (UTFPR), Ponta Grossa, PR, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por alterações persistentes na comunicação social e pela presença de padrões restritos e repetitivos de comportamento, conforme estabelecido pelo DSM-5-TR (APA, 2022). Entre as principais dificuldades associadas ao TEA destaca-se o comprometimento no Reconhecimento de Emoções Faciais (REF), habilidade essencial para a interpretação de estados emocionais e para a construção das relações sociais.

O REF constitui um dos principais mecanismos da interação humana, permitindo que indivíduos interpretem emoções por meio de expressões faciais, tom de voz e pistas sociais contextuais. Entretanto, estudos demonstram que pessoas com TEA apresentam prejuízos importantes nesse processamento, especialmente diante de emoções sutis ou de baixa intensidade (Uljarevic; Hamilton, 2013; Yeung, 2022).

Além da redução na precisão do reconhecimento emocional, pesquisas indicam aumento do esforço cognitivo e maior tempo de resposta em tarefas socioemocionais realizadas por pessoas com TEA (Shanok; Jones; Lucas, 2019). Essas dificuldades estão relacionadas a alterações no processamento visual, tendência ao foco em detalhes locais e limitações na integração global das informações faciais (Happé; Frith, 2006).

As intervenções tradicionais voltadas ao treinamento do REF geralmente utilizam imagens estáticas, cartões ilustrativos ou vídeos padronizados. Embora contribuam parcialmente para o desenvolvimento de habilidades emocionais, tais abordagens apresentam limitações relacionadas à baixa validade ecológica e à dificuldade de generalização das habilidades aprendidas para situações reais.

Nesse contexto, a Realidade Virtual Imersiva (RVI) surge como uma alternativa promissora para o desenvolvimento de intervenções mais dinâmicas, seguras e adaptativas. A RVI possibilita a criação de ambientes controlados e previsíveis, permitindo a repetição gradual de interações sociais em contextos simulados próximos da realidade (Jerald, 2015; Slater; Wilbur, 1997).

Contudo, a eficácia de ambientes imersivos depende diretamente da forma como esses sistemas são estruturados. Pessoas com TEA frequentemente apresentam hipersensibilidade sensorial, fragilidade atencional e maior suscetibilidade à sobrecarga cognitiva. Dessa forma, tecnologias voltadas a esse público devem considerar princípios de acessibilidade cognitiva, segmentação de informações e design inclusivo.

No sistema AutiVirtus, esses princípios foram integrados à experiência imersiva por meio do uso da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) (Mayer, 2020), da

Teoria da Carga Cognitiva (TCC) (Sweller, 1998) e do Modelo Cognitivo-Afetivo de Aprendizagem Imersiva (CAMIL) (Makransky; Petersen, 2021). O sistema também incorpora o Algoritmo de Progressão Adaptativa (APA), responsável por ajustar dinamicamente a intensidade das expressões faciais de acordo com o desempenho individual do participante.

Além do desempenho cognitivo, torna-se fundamental compreender como pessoas com TEA percebem subjetivamente a experiência em realidade virtual. Aspectos como usabilidade, motivação, presença e aprendizado percebido representam variáveis centrais para avaliar a aceitabilidade e o potencial clínico de sistemas imersivos.

A experiência imersiva assume, portanto, papel relevante no processo de aprendizagem. Estudos recentes demonstram que ambientes imersivos favorecem engajamento emocional, foco atencional e participação ativa, contribuindo para a retenção do aprendizado e para o aumento da motivação intrínseca (Makransky; Petersen, 2021).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar a usabilidade, a experiência imersiva e a aceitação do sistema AutoVirtus em pessoas com TEA, com foco nos aspectos subjetivos de presença, motivação e aprendizado percebido.

2. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como um ensaio clínico controlado randomizado, de abordagem quantitativa e longitudinal, voltado à avaliação da usabilidade e experiência imersiva do sistema AutoVirtus. Participaram do estudo 22 indivíduos diagnosticados com TEA, distribuídos aleatoriamente em Grupo Intervenção (GI) e Grupo Controle (GC). O GI utilizou o sistema AutoVirtus com suporte do algoritmo de inteligência artificial - APA, enquanto o GC realizou o treinamento com níveis fixos de intensidade emocional (APA inativo).

As sessões ocorreram utilizando HMD *Meta Quest 3S*, nos quais os participantes interagiam com a personagem virtual Lumy em cenários sociais controlados. As emoções trabalhadas incluíram felicidade, medo e tristeza, apresentadas em diferentes níveis graduais de intensidade facial. Para análise dos resultados foram utilizados instrumentos subjetivos voltados à avaliação de: Usabilidade; Presença; Motivação, Aprendizado Percebido e a Experiência Global com a RVI.

As análises estatísticas contemplaram modelagem de efeitos mistos e análises correlacionais entre as variáveis subjetivas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram elevados índices de usabilidade, aceitação e experiência

imersiva no sistema AutiVirtus. Os participantes relataram níveis satisfatórios de conforto, clareza das interações e facilidade de uso do ambiente virtual, indicando que o sistema apresentou boa acessibilidade cognitiva.

Os achados sugerem que a organização previsível das tarefas, a redução de distrações e a segmentação gradual das atividades contribuíram para minimizar fatores de sobrecarga cognitiva. As análises correlacionais também revelaram relações positivas entre presença, motivação e aprendizado percebido.

A relação entre presença e aprendizado percebido indicou que participantes mais imersos no ambiente virtual apresentaram maior percepção subjetiva de aprendizagem. Esse resultado reforça os pressupostos do CAMIL, segundo o qual a sensação de presença favorece maior envolvimento cognitivo e emocional.

Além disso, observou-se associação positiva entre presença e motivação, sugerindo que ambientes imersivos podem ampliar o engajamento emocional e a participação ativa dos usuários. A motivação também apresentou relação positiva com o aprendizado percebido, indicando que componentes afetivos desempenham papel relevante no processo de aprendizagem mediada por RVI.

No contexto do TEA, esses resultados possuem relevância significativa, pois ambientes previsíveis e controlados tendem a reduzir ansiedade social e favorecer conforto psicológico.

A personagem virtual Lumy, desenvolvida com expressividade gradual e características amigáveis, também contribuiu para o aumento do engajamento emocional durante as atividades. Outro aspecto relevante refere-se ao papel do APA, que ajustou dinamicamente a dificuldade das tarefas conforme o desempenho individual, evitando frustração excessiva ou desinteresse.

Os resultados reforçam que intervenções em RVI voltadas ao TEA devem considerar não apenas métricas objetivas de desempenho, mas também fatores subjetivos relacionados à experiência do usuário.

4. CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a usabilidade, a experiência imersiva e a aceitação do sistema AutiVirtus em pessoas com TEA, com foco específico nos aspectos subjetivos relacionados à presença, motivação e aprendizado percebido.

Os resultados demonstraram elevados índices de aceitação e conforto cognitivo durante a utilização do sistema, evidenciando que ambientes imersivos podem representar ferramentas promissoras para o treinamento de habilidades socio emocionais em pessoas com TEA.

As análises revelaram relações positivas entre presença, motivação e aprendizado



percebido, sugerindo que a experiência imersiva atua como elemento facilitador da aprendizagem em realidade virtual.

Esses achados reforçam os pressupostos do Modelo Cognitivo-Afetivo de Aprendizagem Imersiva (CAMIL), indicando que fatores emocionais e cognitivos interagem de forma integrada durante experiências em ambientes virtuais.

Além disso, o estudo evidencia a importância do design inclusivo e da acessibilidade cognitiva no desenvolvimento de tecnologias voltadas ao espectro autista. A integração entre adaptação personalizada, gerenciamento da carga cognitiva e imersão tecnológica mostrou-se relevante para ampliar engajamento, motivação e percepção subjetiva de aprendizagem.

Do ponto de vista clínico e educacional, os resultados sugerem que sistemas em realidade virtual imersiva possuem potencial para complementar intervenções voltadas ao desenvolvimento de habilidades sociais e emocionais no TEA.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a realização de estudos longitudinais, ampliação amostral e investigação da generalização das habilidades aprendidas em ambientes virtuais para contextos sociais reais.

REFERÊNCIAS

APA, American Psychiatric Association. **Diagnostic and statistical manual of mental disorders: FIFTH EDITION -TEXT REVISION - DSM-5-TR**American Psychiatric Publishi ng. Washington: [S.n.]. Disponível em: <www.psychiatry.org>.

HAPPÉ, Francesca; FRITH, Uta. The weak coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 36, n. 1, p. 5–25, 2006.

JERALD, Jason. The VR book: human-centered design for virtual reality. In: MORGAN & CLAYPOOL (Org.). 1. ed. [S.l.]: ACM Books, 2015. p. 599.

MAKRANSKY, Guido; PETERSEN, Gustav B. The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. **Educational Psychology Review**, v. 33, n. 3, p. 937–958, 2021.

MAYER, Richard E. **Multimedia Learning**. 3. ed. University of California, Santa Barbara: Cambridge University Press, 2020.

SHANOK, Nathaniel A.; JONES, Nancy Aaron; LUCAS, Nikola N. The Nature of Facial Emotion Recognition Impairments in Children on the Autism Spectrum. **Child Psychiatry & Human Development**, v. 50, n. 4, p. 661–667, 11 ago. 2019.

SLATER, Mel; WILBUR, Sylvia. A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 6, p. 603–616, 1997.



SWELLER, J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive Science**, v. 12, n. 2, p. 257–285, 1998.

ULJAREVIC, Mirko; HAMILTON, Antonia. Recognition of emotions in autism: A formal meta-analysis. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 43, n. 7, p. 1517–1526, 2013.

YEUNG, Michael K. A systematic review and meta-analysis of facial emotion recognition in autism spectrum disorder: The specificity of deficits and the role of task characteristics. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 133, p. 104518, 22 fev. 2022.