

O uso da Realidade Aumentada e Virtual para o desenvolvimento de Habilidades Cognitivas de pessoas com Transtorno do Espectro Autista: Uma Revisão Narrativa

The Use of Augmented and Virtual Reality for the Development of Cognitive Skills in Individuals with Autism Spectrum Disorder: A Narrative Review

AUTORIA

Juliana de Souza Pompeu
UFAM, Brasil
juliana.pompeu@super.ufam.edu.br
Vitória Lia Oliveira Araújo
UFAM, Brasil
vitoria.araujo@super.ufam.edu.br
Bruno Abreu de Alencar Garavito
UFAM, Brasil
bruno.garavito@super.ufam.edu.br
Emanuela Freitas de Souza
UFAM, Brasil
emanuela.souza@super.ufam.edu.br
Claudete Barbosa Ruschival
UFAM, Brasil
claudete@super.ufam.edu.br

PALAVRAS-CHAVE

RESUMO

Indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA) apresentam características que incluem algumas anomalias nas interações sociais recíprocas e na comunicação, além da manifestação de um repertório restrito, estereotipado e repetitivo de interesses e atividades, o que torna o desenvolvimento das habilidades cognitivas um grande desafio. A maioria dos adultos no espectro do autismo enfrenta desafios no cotidiano acadêmico ao adquirir e compartilhar conhecimento, devido às necessidades específicas de ensino e aprendizagem que possuem. O objetivo principal é realizar uma revisão narrativa da literatura sobre Tecnologias Assistivas (TA) que utilizam Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) para aprimorar a comunicação de pessoas com TEA na vida adulta, abordando os obstáculos de interatividade social.

Transtorno do Espectro Autista;
TEA;
Realidade Aumentada;
Realidade Virtual;
Comunicação;
Design.

A revisão destaca o interesse crescente na aplicação de RA e RV para melhorar a comunicação desses indivíduos, explorando seu potencial com estratégias no design de TA visando aprimorar as funcionalidades tanto em nível individual quanto social.

KEYWORDS

Autism Spectrum Disorder;
ASD;
Augmented Reality;
Virtual Reality;
Communication;
Design.

ABSTRACT

Individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD) exhibit characteristics such as anomalies in the domain of reciprocal social interactions and communication, along with the presence of a restricted, stereotyped, and repetitive repertoire of interests and activities, making the development of cognitive skills a significant challenge. The majority of adults on the autism spectrum face challenges in their academic daily lives when acquiring and sharing knowledge, due to their specific teaching and learning needs. The main objective is to conduct a narrative review of the literature on Assistive Technologies (AT) employing Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) to enhance communication for individuals with ASD in adulthood, addressing social interactivity obstacles. The review highlights the growing interest in the use of AR and VR to improve the communication of these individuals, exploring their potential as strategies in the design of AT aimed at enhancing functionalities at both individual and social levels.

1. Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é categorizado pela Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (2008) como uma disfunção psicossocial global. Isso implica que o TEA está diretamente ligado ao desenvolvimento contínuo das funções mentais gerais, fundamentais para compreender e integrar habilidades interpessoais necessárias para estabelecer interações sociais recíprocas com significado e propósito. No entanto, o TEA é caracterizado por déficits na comunicação social (verbal e não verbal) e comportamento (interesses restritos e movimentos repetitivos), sendo classificado como uma condição que geralmente se manifesta precocemente, antes da criança ingressar na escola, resultando em prejuízos no desenvolvimento (APA, 2013).

Segundo a American Psychiatric Association (APA, 2014), os sintomas típicos desses transtornos podem variar de leves a graves nos domínios de comunicação social e comportamentos restritivos e repetitivos, podendo estar associados a outras condições, como transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) e dificuldades de aprendizagem, que podem impactar a qualidade de vida desde a infância até a fase adulta, nos aspectos pessoal, social, acadêmico e/ou profissional dos indivíduos.

A Tecnologia Assistiva (TA) é uma área interdisciplinar que abrange pesquisa e desenvolvimento de produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços com o objetivo de promover a funcionalidade e a inclusão de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida (Paschoarelli; Medola, 2018). Esta área tem experimentado um rápido avanço na última década, devido aos progressos tecnológicos em geral, com uma ampla gama de ferramentas tecnológicas emergentes desenvolvidas especialmente para auxiliar pessoas com deficiências (PcD). A realidade aumentada (RA) e a realidade virtual (RV) são tecnologias que auxiliam na compreensão de diversas situações, permitindo uma associação entre o mundo virtual e o mundo real, através de sofisticados programas que geram uma imagem integrada e ampliam a cena virtual com o real (Uzun, 2009; Ayoub, 2019), beneficiando PcD em suas necessidades de participação na vida social.

Diante dos déficits nas interações sociais e das mudanças no cotidiano enfrentadas por pessoas com TEA, especialmente relacionadas à sua formação profissional e independência na vida adulta, este artigo realiza uma revisão da literatura para comprovar o uso eficaz da RV e da RA como facilitadoras da comunicação e do aprendizado. Isso serve como base para futuras pesquisas sobre o desenvolvimento de ferramentas que aprimorem a funcionalidade de adultos no espectro autista.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão narrativa com coleta de dados por meio de levantamento da literatura a partir das bases de dados: CAPES, Scielo e o Google Acadêmico. A pergunta norteadora da revisão, definida com base no acrônimo PICO (Paciente, Intervenção, Contexto), resultou em: Como melhorar a comunicação de pessoas adultas com Transtorno do Espectro Autista durante o processo educacional acadêmico, utilizando o auxílio da Realidade Aumentada ou Realidade Virtual?

Inicialmente, realizou-se uma busca livre com os termos: “transtorno do espectro autista”, “transtorno do espectro do autismo”, “autism spectrum disorder”, “adulto”, “adult”, “realidade aumentada”, “realidade mista”, “augmented reality”, “educação”, “ensino”, “education”. Esta busca resultou na leitura do título de um total de 709 artigos nas 3 bases de dados escolhidas.

Após a pesquisa inicial, foram selecionados os resumos dos artigos, utilizando critérios de inclusão e exclusão. Foram incluídos os artigos com disponibilidade integral nas bases de dados científicas nos idiomas inglês e português e publicados nos últimos cinco anos. Assim, foram selecionados 24 artigos, abrangendo tanto o transtorno do espectro autista na fase adulta quanto estudos sobre a realidade aumentada aplicada como tecnologia assistiva. Os artigos que atenderam aos critérios de seleção foram considerados relevantes para o estudo, enquanto outros foram descartados. Seguindo os protocolos da revisão integrativa, realizou-se uma análise crítica dos estudos, incluindo apenas aqueles que apresentaram resultados concretos e informações relevantes sobre como o TEA se comporta com as tecnologias assistivas, totalizando 7 artigos selecionados.

A partir da seleção inicial dos artigos, foram analisados seus resumos utilizando os critérios de inclusão e exclusão definidos: (i) abordagem sobre o transtorno do espectro autista, tanto na fase infantil quanto na adulta; (ii) estudos relacionados à realidade aumentada como tecnologia assistiva; (iii) disponibilidade integral do texto em inglês ou português; (iv) artigos publicados nos últimos cinco anos. Após essa etapa, 24 artigos permaneceram. Seguindo o protocolo de busca, realizou-se uma análise mais detalhada dos estudos para incluir apenas aqueles com informações sobre a relação da Tecnologia Assistiva com o desenvolvimento de habilidades cognitivas de pessoas com TEA, resultando em 7 artigos selecionados. A partir desses artigos, elaborou-se um quadro com as informações relevantes, destacando objetivos, resultados encontrados e conclusões. Com base na análise, foi elaborado um relatório que sintetiza o conteúdo da Revisão Narrativa.

3. Resultados

Os resultados encontrados na revisão da literatura estão organizados no Quadro 1, que mostra estudos com o uso da RA e RV para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de pessoas com TEA.

Quadro 1. Síntese dos artigos incluídos na pesquisa de revisão.

Autor/Ano	Objetivo	Resultados	Conclusões
KELLEMS <i>et al.</i> , 2020 Estados Unidos	Utilizar a realidade aumentada como ferramenta para o desenvolvimento das habilidades sociais, tanto para situações que requerem comunicação avançada quanto para diálogos cotidianos. Público-alvo: crianças e adolescentes com dificuldades para desenvolver habilidades sociais.	Ambiente virtual (iAnimate) para o desenvolvimento de habilidades sociais, utilizando personagens virtuais (avatars) e animação. FORHSS-TEA – programa exclusivo para indivíduos com TEA utilizarem óculos de RV para interagir com o mundo real (RA). Ambiente virtual para treinamento de adultos com TEA para entrevistas de emprego.	A maioria dos participantes relatou maior interesse pelas interações sociais ao utilizar avatares em ambiente virtual. Por outro lado, sentiram-se desanimados quando convocados para interagir apenas com seres humanos.

<p>SAHIN <i>et al.</i>, 2018a Estados Unidos</p>	<p>Avaliar a segurança e os potenciais efeitos negativos do sistema <i>Empowered Brain</i>, um programa auxiliar de comunicação social baseado em óculos de RA. Os participantes variaram entre homens (18) e mulheres (2), incluindo pessoas verbais (16) e não verbais (2), todos diagnosticados profissionalmente com autismo.</p>	<p>Dos 16 usuários que conseguiram usar os óculos de RA, nem cuidadores nem usuários relataram efeitos negativos em 14 casos. Dois indivíduos relataram efeitos negativos, sendo três problemas identificados: um caso de tontura, um caso de cansaço ocular e um caso de desconforto inicial na ponte nasal.</p>	<p>Durante a realização dos testes, não foram relatados pontos negativos relevantes que pudessem desaconselhar o uso de óculos de RA para indivíduos com TEA.</p>
<p>KARAMI <i>et al.</i>, 2021 Irã</p>	<p>Fornecer uma meta-análise abrangente para avaliar a efetividade da RV na reabilitação e treinamento de indivíduos diagnosticados com transtorno do espectro autista. Nesse sentido, realizou-se uma busca sistemática nas bases de dados relacionadas e, após triagem dos critérios de inclusão, foram revisados 33 estudos para análise mais detalhada.</p>	<p>Indivíduos submetidos ao treinamento em RV apresentam melhorias notáveis, com efetividade diversa, principalmente nas atividades diárias. O desempenho das atividades melhora à medida que a idade do indivíduo aumenta, ao desenvolver estratégias para manejar melhor as interações com o mundo exterior. A maioria dos estudos são ensaios pré-teste e pós-teste em ambientes controlados.</p>	<p>As descobertas sustentam a eficácia da Realidade Virtual (RV) no treinamento para melhorar as limitações do Transtorno do Espectro Autista (TEA), especialmente em relação às habilidades de vida diária, indicando seu potencial para aplicação clínica. Em futuras pesquisas, é crucial melhorar o controle na seleção de participantes, definir claramente o tipo e a duração da intervenção, escolher ferramentas de medição adequadas e focar em avaliações de acompanhamento realizadas semanas ou meses após a intervenção para garantir a consolidação e a manutenção dos efeitos do treinamento.</p>
<p>EL-SEOUD <i>et al.</i>, 2019 Egito</p>	<p>Desenvolver um <i>framework</i> que possa ser uma ajuda substancial para pessoas com autismo e distúrbios cognitivos. Esta estrutura é baseada em dispositivos móveis comuns e aplicativos de Realidade Aumentada (RA) disponíveis gratuitamente. O artigo analisa e discute o uso do <i>framework</i> proposto do ponto de vista conceitual e tecnológico.</p>	<p>Aplicação focada em utilizar dispositivos móveis (<i>smartphones</i> e <i>tablets</i>) e aplicativos de realidade aumentada. São utilizados dois marcadores, um captado pela câmera e outro visual, para acionar e apresentar conteúdo de mídia no dispositivo móvel, onde foi determinado que a distância máxima para uma detecção precisa é de 70 cm.</p>	<p>Pode-se dizer que o <i>framework</i> criado facilita a criação de ambientes educacionais aumentados para crianças com autismo e transtornos cognitivos, usando personagens de desenhos animados como guias visuais para assistência. A próxima etapa envolve testes de campo do protótipo para aprimoramentos em várias plataformas de Realidade Aumentada (RA) e aplicações. O próximo passo seria implementar em larga escala, com a participação de indivíduos com autismo e distúrbios cognitivos, e</p>

			publicar os resultados do estudo experimental do <i>framework</i> .
SAHIN <i>et al.</i> , 2018b Estados Unidos	Estudo realizado para testar a usabilidade e a aceitabilidade do <i>Glass Enterprise Edition (Glass)</i> , o sucessor dos <i>smartglasses Google Glass</i> (óculos inteligentes - trata-se de um acessório facial capaz de combinar inteligência artificial e realidade aumentada) para o auxílio de crianças em idade escolar com TEA e seus cuidadores.	Todas as 8 crianças e adolescentes (idades de 6 a 17 anos) conseguiram usar os <i>smartglasses</i> sem um estresse significativo, problemas sensoriais ou emocionais durante a sessão. Os cuidadores relataram que a experiência foi divertida para as crianças, com a maioria (75%) considerando-a melhor do que esperavam. Apesar das preocupações iniciais sobre estigma social, todas as crianças estavam dispostas a usar a tecnologia, e a maioria dos cuidadores observou uma resposta muito positiva. Além disso, não foram identificadas preocupações comportamentais, de desenvolvimento ou sociais, nem relacionadas ao estigma, durante ou após a sessão.	Conclui-se que os <i>smartglasses</i> têm potencial como uma tecnologia útil para crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e são bem aceitos tanto pelas crianças com TEA quanto por seus cuidadores.
VAHABZADEH <i>et al.</i> , 2018 Estados Unidos	Um estudo preliminar descreve as mudanças nos sintomas relacionados ao TDAH (Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade) em crianças, adolescentes e jovens adultos com TEA imediatamente após o uso do sistema <i>Empowered Brain</i> , uma ferramenta de auxílio comportamental e de comunicação social para TEA executado em <i>smartglasses</i> de realidade aumentada.	Todos os 8 participantes conseguiram completar a sessão de intervenção. Após a intervenção, os escores do ABC-H (que medem o foco e a concentração do indivíduo) diminuíram para a maioria dos participantes em 24 horas (75%) e para todos os participantes em 48 horas (100%). Em 24 horas, as pontuações médias do ABC-H diminuíram 54,9% no grupo com alto sintoma de TDAH e 20% no grupo com baixo sintoma de TDAH. Em 48 horas, em comparação com a linha de base, os escores do ABC-H diminuíram 56,4% no grupo de alto sintoma de TDAH e 66,3% no grupo de baixo sintoma de TDAH.	O estudo fornece evidências iniciais do possível potencial do sistema <i>Empowered Brain</i> para reduzir os sintomas relacionados ao TDAH, como hiperatividade, desatenção e impulsividade, em crianças em idade escolar, adolescentes e jovens adultos no espectro do autismo. No entanto, são necessárias mais pesquisas para compreender a importância clínica dessas mudanças observadas e realizar estudos longitudinais sobre essa intervenção, com grupos de controle e tamanhos de amostra maiores.

<p>CONTRERAS-ORTIZ et. al., 2023 Estados Unidos</p>	<p>Contribuir para o campo educacional baseado em tecnologias de informação para pessoas com TEA. Para isso, os pesquisadores incorporaram a abordagem ecológica ao estudar sistemas de <i>e-learning</i> (aprendizagem eletrônica) que auxiliam pessoas com essa condição.</p>	<p>A implementação de tecnologias de aprendizagem em terapias para pessoas com TEA oferece várias vantagens, incluindo a redução da ansiedade em configurações de trabalho em grupo, intervenções mais rápidas e agradáveis, cenários controlados, tarefas repetitivas, facilidade de uso para cuidadores, personalização simples e monitoramento de progresso. Além disso, permite <i>feedback</i> imediato e redução de custos usando <i>software</i> de código aberto. O objetivo principal do artigo é fornecer informações valiosas para desenvolvedores e especialistas na construção de ecossistemas de aprendizagem para pessoas com TEA, destacando as tendências em tecnologias educacionais e identificando deficiências nos aplicativos, visando aprimorar esses sistemas.</p>	<p>O desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem com uma perspectiva ecológica visa compreender a interação das pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) com seu ambiente. Este trabalho identifica desafios não resolvidos na criação de comunidades virtuais de aprendizagem para indivíduos com TEA e destaca a necessidade contínua de proporcionar experiências de aprendizagem enriquecedoras para eles. Os pesquisadores estão empenhados em desenvolver ferramentas tecnológicas otimizadas para promover a inclusão de pessoas com TEA e melhorar sua funcionalidade diária, bem como oferecer suporte significativo para cuidadores, educadores e terapeutas no processo de acompanhamento e intervenção.</p>
---	---	--	--

4. Achados

- A maioria dos estudos foi conduzida nos EUA, com alguns realizados no Irã, Egito e três no Brasil, resultando em um maior número de publicações em inglês.
- Geralmente, os estudos seguem um processo de pré-teste e pós-teste, realizados em locais específicos e controlados. Este processo é conduzido de acordo com a finalidade do ensaio e dentro de um ambiente planejado e controlado para mitigar eventuais influências nos resultados.
- Os participantes dos testes variam entre crianças e adolescentes em idade escolar, o que não está alinhado com o foco da revisão em adultos, porém, ainda assim, podem fornecer resultados válidos para análise e discussão.

- O público estudado é predominantemente do sexo masculino.
- A análise dos testes demonstrou a eficácia da Realidade Aumentada (RA) e da Realidade Virtual (RV) no auxílio da comunicação e da aprendizagem de indivíduos com TEA.
- Algumas barreiras identificadas incluem a escassez de estudos com adultos e público feminino no espectro, além do preconceito tanto em relação ao uso da tecnologia quanto ao transtorno em si. Além disso, faltam parâmetros claros de aplicabilidade da RA e da RV para pessoas com TEA.
- Um caso relevante mencionado é o uso do *Glass (Google)* e ecossistemas educacionais com auxílio do *e-learning*.

4.2. Análise e Discussão

Dentre os artigos selecionados para o estudo, o maior campo de aplicação das tecnologias de RA e RV para indivíduos com TEA está concentrado nos Estados Unidos. As pesquisas analisadas são de distintas áreas e aplicações, mas possuem em comum a abordagem prática de RA e RV para pessoas com autismo. Embora o público-alvo participante dos estudos analisados fossem crianças e jovens em idade escolar, os resultados são válidos para análise e discussão desta revisão, visto que a tecnologia utilizada serve tanto para as crianças em fase de desenvolvimento, quanto para adultos que necessitam de maior atenção quanto ao aprimoramento de suas habilidades sociais.

Outro ponto observado foi que o público masculino é maioria nas amostras, entre crianças e adultos, com uma quantidade menor do público feminino, chegando a ser inexistente em alguns casos. Foi observado por Karami *et al* (2021) que esse fato se deve à crença do autismo estar associado a pessoas do sexo masculino, sendo mais perceptível na infância quando apresentam comportamentos considerados incomuns para a idade ou fase. Portanto, não era levado em consideração a existência do TEA em mulheres, que mesmo que chegassem a apresentar sintomas em idade escolar, eram facilmente mascarados pelo comportamento considerado apropriado para as meninas – mesmo que elas apresentassem dificuldade para interagir com

outras pessoas ou ambiente –, esse comportamento era considerado apenas como timidez, o que é comum ao se esperar que uma menina seja quieta e reservada. Ainda de acordo com Karami et al (2021) é cada vez maior o cenário de pesquisas realizadas sobre o autismo feminino, mas infelizmente isso ainda é considerado um tabu, assim como o TEA na idade adulta.

Analisando os estudos feitos com o sucessor do *Google Glass* os *smartglasses Glass Enterprise Edition* e seu software *Empowered Brain* (Vahabzadeh, 2018), os jovens que participaram do estudo mostraram-se aptos e favoráveis ao uso dos *smartglasses*, assim como se adaptaram ao software, o qual guiava a atenção do usuário através de estímulos sensoriais visuais, servindo como facilitador na comunicação e leitura social. Os resultados considerados promissores, segundo Sahin et al (2018b), mostraram que:

(...) as 8 crianças em idade escolar com TEA sentiram que usar esses óculos inteligentes não era uma experiência estressante e negaram estar sobrecarregadas de maneira sensorial ou emocional. Além disso, também foi promissor ver que todas as crianças expressaram vontade de usar esses dispositivos tanto na escola quanto em casa. Os cuidadores notaram que as crianças se divertiram usando o dispositivo, e a maioria dos cuidadores sentiu que suas expectativas de como as crianças iriam interagir com os *Smartglasses* foram superadas (SAHIN et al 2018b, p. 8).

Ainda Sahin et al (2018), avisam que o software de RV *Smartglasses* foi projetado para criar estímulos visuais e manter a atenção do indivíduo na interação social e facilitar a leitura corporal da pessoa. No entanto, muitos dos participantes, assim como os cuidadores, notaram como ponto negativo a provável atenção desfavorável das pessoas ao redor e o estresse que isso poderia causar nos participantes. Contudo, um dos objetivos principais dos *Smartglasses* é ser discreto para o usuário, sendo este um ponto de atenção para futuras pesquisas.

O estudo conduzido por Vahabzadeh et al (2018) com o sistema *Empowered Brain*, mostrou evidências do potencial da ferramenta em reduzir os sintomas relacionados ao TDAH, como hiperatividade, desatenção e impulsividade. Os testes foram realizados com crianças em idade escolar, com adolescentes e jovens adultos no espectro do autismo. Os autores concluíram que é necessário a elaboração de mais pesquisas para entender a importância clínica das mudanças observadas nos testes, e conduzir estudos longitudinais sobre essa intervenção com grupos de controle e tamanhos de amostra maiores. Os autores acreditam ainda que intervenções com *smartglass* (óculos inteligente) poderiam ser direcionadas a uma gama mais ampla de condições

de saúde mental, como as que apresentam quadros de déficits de atenção e de comunicação social, incluindo esquizofrenia e transtorno bipolar.

O estudo realizado por Contreras-Ortiz *et al* (2023), propõe terapias comportamentais para pessoas no espectro com auxílio de um ambiente educativo baseado em tecnologia, o e-learning. Este ambiente foi idealizado com o auxílio de professores, tutores, designers instrucionais, psicólogos, especialistas em desenvolvimento pediátrico e profissionais da pedagogia. Para esses autores, a implementação de tecnologias de aprendizagem voltadas às terapias para pessoas com TEA oferece múltiplas vantagens, tais como a geração de cenários controlados, a possibilidade de implementação de tarefas repetitivas e preditivas, a facilidade de uso para terapeutas e cuidadores, a simplicidade na personalização e a possibilidade de monitorar o progresso do indivíduo. Além disso, tem-se a oportunidade de dar feedback imediato com recomendações de melhorias no tratamento, podendo ainda diminuir a ansiedade em relação ao trabalho em grupo, fazendo intervenções mais rápidas e agradáveis.

Dentro de um contexto educacional, Contreras-Ortiz *et al* (2023) chegam à conclusão de que os elementos de destaque no *design* dos componentes tecnológicos para atender às necessidades de pessoas com TEA englobam:

- Componente Visual: os elementos visuais (vídeos e fotos) são de grande importância para pessoas com TEA por terem principalmente um estilo de aprendizagem visual. Quanto às cores, é preferível usar de poucas cores vibrantes que gerem contraste com o texto e imagens reais, assim como animações para manter a atenção dos usuários e textos simples, com o uso de instruções específicas, literais, consistentes e fáceis de seguir, facilitando a fixação das informações.

- Componente Avaliativo: apresentar situações de dificuldade progressiva para que eles se sintam motivados a alcançar diferentes etapas em seu aprendizado. É recomendado também usar recursos de supervisão para monitorar o desenvolvimento das atividades e o comportamento a elas associado em termos de desempenho (tempo de execução, concentração, distrações etc.) e as respostas dadas pelos usuários da aplicação.

- Componente Instrucional: o artigo sugere o uso de palavras afirmativas ou reforços positivos como mecanismo motivacional na obtenção de um bom resultado em uma atividade (Hasan; Nene, 2022). Outra boa prática de design mencionada no estudo é projetar o progresso

alcançado para que os usuários possam visualizar quantas tarefas foram concluídas e a quantidade que falta.

Aplicativos móveis que exploram o uso de elementos visuais marcantes ajudam no estímulo do aprendizado, e tem se mostrado um sucesso no processo de comunicação de pessoas com TEA. Dentre eles encontram-se aplicativos educativos compostos por jogos sérios que permitem treinar e desenvolver habilidades, capturando a atenção dos usuários de forma lúdica, desde que possuam abordagem didática e objetivos de aprendizagem claros.

Nota-se ainda nos estudos analisados que a RV é muito utilizada no tratamento de pessoas com TEA, principalmente por proporcionar ambientes seguros, personalizados e possíveis de monitorar, assim como observam Contreras-Ortiz *et al* (2023):

A realidade virtual também permite múltiplas repetições como parte do treinamento, gerando mensagens e relatórios em tempo real devido a estímulos ou comportamentos percebidos. Além disso, a Realidade Virtual permite a simulação de cenários para evitar a transferência real. Além disso, a Realidade Virtual simplifica a produção de estímulos e controla o grau de experiência que os usuários podem ter (Contreras-Ortiz *et al*, 2023, p. 9).

Nos estudos analisados, é comprovada a eficácia e a segurança da utilização de RA e RV para melhorar as habilidades de pessoas no espectro do autismo, principalmente nos quesitos de comunicação e socialização, servindo também para a vida cotidiana, o que se mostra promissor para o processo de ensino e aprendizagem. Porém, as maiores barreiras que impedem a implementação correta nos sistemas educacionais para atender as necessidades desse grupo são os estigmas sobre a tecnologia e o transtorno em si, bem como a falta de estudos com indivíduos na idade adulta e, ainda, com pessoas do sexo feminino.

As tecnologias educacionais têm sido uma tendência nos últimos anos, com destaque para a Realidade Virtual, Aplicativos Móveis, Robôs e Jogos Sérios. Observa-se ainda o uso de sensores nos estudos científicos, especialmente os que utilizam a RA e a RV para capturar informações da atenção visual, tanto em duração quanto em ponto de localização, visto que uma das características das pessoas com TEA é a dificuldade em manter contato visual, afetando o índice de concentração e a permanência em uma atividade por longos períodos. Tais informações são importantes para pesquisadores e desenvolvedores, que podem se utilizar de um reforço positivo para estimular a atenção, reduzindo sintomas para o aprendizado e desenvolvimento.

6. Conclusão

Os resultados encontrados fornecem uma base promissora para o futuro uso de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) como formas de assistência para melhorar a comunicação durante o processo de ensino e aprendizagem de indivíduos no espectro autista, independentemente da idade, inclusive para aqueles com outras condições e sintomas similares. Apesar de a maioria dos testes ter sido realizada com crianças, os resultados são pertinentes para aplicação em diversas fases da vida, servindo como referências para o desenvolvimento de Tecnologias Assistivas (TA) que melhorem a participação desses indivíduos em atividades cotidianas.

Observou-se também que estímulos visuais são importantes elementos que podem facilitar o aprendizado de pessoas com TEA, já que têm mais facilidade para aprender visualmente. Um ponto relevante é que um design discreto e interativo, totalmente adaptado e centrado no usuário, pode ser fundamental para lidar com os sintomas do TEA. Além disso, utilizar cores que contrastam com o fundo, imagens e animações, textos concisos e literais de fácil compreensão, e incluir um componente avaliativo, eleva o nível do conteúdo e torna o alcance dos resultados mais satisfatório. O uso de reforços positivos, como a premiação, por exemplo, é um mecanismo motivacional para alcançar resultados positivos em atividades de ensino.

É importante considerar a participação da pessoa com TEA na escolha de um dispositivo de assistência e, além disso, envolvê-la no desenvolvimento da TA é crucial para garantir que o dispositivo seja socialmente apropriado para os diversos ambientes sociais, conforme observado por Sahin *et al* (2018).

Foram observadas também questões e limitações no estudo, tanto relacionadas ao transtorno autista quanto ao uso da RA e RV como TA para pessoas com TEA. Alguns estudos foram inconclusivos e não apresentaram amplitude nos testes, principalmente por não incluírem no tamanho da amostra pessoas do sexo feminino e indivíduos adultos, afetando o resultado desta pesquisa em seus aspectos qualitativos e quantitativos. Nesse contexto, torna-se fundamental que todo o conhecimento sobre esse assunto seja divulgado para garantir a eficácia de futuras pesquisas e o desenvolvimento de novas tecnologias, conforme defendido por Contreras-Ortiz *et al* (2023).

Em relação a implementação de RA e RV como tecnologias assistivas no cotidiano das pessoas com TEA apresenta uma série de desafios éticos e práticos que requerem atenção cuidadosa. Um dos principais aspectos a ser considerado é a questão da privacidade e segurança dos dados dos usuários, especialmente no contexto sensível de crianças e adultos com TEA pois, garantir a proteção das informações pessoais e a segurança dos sistemas contra qualquer violação de dados é essencial para a confiança dos usuários e o cumprimento das normas de privacidade.

Além disso, a autonomia e o consentimento dos indivíduos com TEA são aspectos fundamentais a serem considerados. É crucial assegurar que essas pessoas tenham a capacidade de utilizar os *smartglasses* de forma autônoma, respeitando suas preferências e garantindo que o consentimento seja obtido de maneira adequada, especialmente no caso de crianças ou adultos com dificuldades de comunicação. Os cuidadores e familiares devem estar envolvidos no processo de decisão, mas é imprescindível respeitar a vontade e as escolhas individuais dos usuários (Sahin *et al*, 2018b).

Outro desafio importante é garantir a acessibilidade e inclusão das pessoas com TEA no uso dos *smartglasses*. Isso requer o desenvolvimento de interfaces intuitivas, personalização de configurações e adaptações para diferentes níveis de habilidade e compreensão. Além disso, é necessário enfrentar o estigma e promover a aceitação social dessas tecnologias, educando e conscientizando o público sobre seus benefícios e importância na vida das pessoas com TEA.

A implementação bem-sucedida dessas tecnologias também requer um treinamento adequado para os usuários e cuidadores, bem como suporte contínuo para resolver quaisquer problemas técnicos ou dificuldades de uso que possam surgir. Isso pode exigir investimentos significativos em capacitação e assistência técnica, garantindo que os usuários possam aproveitar ao máximo os benefícios dessas tecnologias.

Por fim, é essencial conduzir a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias de RA e RV para pessoas com TEA de maneira ética, protegendo os direitos e o bem-estar dos participantes. Isso implica em obter consentimento informado, minimizar riscos e divulgar transparentemente os resultados, visando uma utilização segura e eficaz dessas tecnologias. As tecnologias assistivas como RA e RV oferecem oportunidades inovadoras para pessoas com TEA, permitindo-lhes controlar situações sociais desafiadoras. Por exemplo, ao reduzir a ansiedade

ao iniciar uma conversa, essas tecnologias podem auxiliar na aceitação e participação social, representando um campo promissor para pesquisas futuras.

Agradecimentos

Esta pesquisa, realizada no âmbito do Projeto Samsung-UFAM de Ensino e Pesquisa (SUPER), de acordo com o Artigo 39 do Decreto nº10.521/2020, foi financiada pela Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda, nos termos da Lei Federal nº8.387/1991, através do convênio 001/2020 firmado com a UFAM e FAEPI, Brasil.

Referências

APA - AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. - DSM-V. Porto Alegre: Artmed, 2002.

APA - AMERICAN PSYCHIATRY ASSOCIATION (APA). **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. - DSM-V. Porto Alegre: Artmed, 2014.

AYOUB, A.; PULIJALA, Y. The application of virtual reality and augmented reality in Oral & Maxillofacial Surgery. **BMC Oral Health**, v. 19, n. 1, p. 238, 2019.

BERSCH, R.; TONOLLI, J. C. Introdução ao conceito de Tecnologia Assistiva e modelos de abordagem da deficiência. Porto Alegre: **CEDI - Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil**, 2006. Disponível em: <http://www.bengalalegal.com/tecnologia-assistiva>. Acesso em: 4 de agosto de 2023.

Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para a Família de Classificações Internacionais em Português, org.; coordenação da tradução Cássia Maria Buchalla. **CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde**. - 1º ed. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

CONTRERAS-ORTIZ, Martha S; MARRUGO, Plínio P; RIBÓN, Julio Cesar R; et. al. E-Learning Ecosystems for People With Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review, em **IEEE Access**, Vol. 11, pp. 49819-49832, 2023. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10129030>. Acesso em: 14 de junho de 2023.

HASAN, NAZMUL; NENE, Manisha. **ICT Based Learning Solutions for Children with ASD: A Requirement Engineering Study**, em International Journal of Special Education, Vol. 37(1), p.

112–126, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.52291/ijse.2022.37.31> . Acesso em: 14 de junho de 2023.

KARAMI, Behnam; R. KOUSHKI; FARIBA ARABGOL; et al. **Effectiveness of Virtual / Augmented Reality–Based Therapeutic Interventions on Individuals With Autism Spectrum Disorder: A Comprehensive Meta-Analysis**. Vol. 12, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2021.665326/full>. Acesso em: 16 de junho de 2023.

KELLEMS, Ryan O; CHARLTON, Cade T; KJARTAN SKOGLY KVERSØY; et al. **Exploring the Use of Virtual Characters (Avatars), Live Animation, and Augmented Reality to Teach Social Skills to Individuals with Autism**. Vol. 4, No. 3, p. 48–48, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2414-4088/4/3/48>. Acesso em: 14 de junho de 2023.

PASCHOARELLI, Luis Carlos; MEDOLA, Fausto Orsi. **Tecnologia Assistiva: estudos teóricos**. 1º ed. - Bauru: Canal 6 Editora, 2018.

SAHIN, Ned T; KESHAV, Neha U; SALISBURY, Joe; et al. **Safety and Lack of Negative Effects of Wearable Augmented-Reality Social Communication Aid for Children and Adults with Autism**. Vol. 7, No. 8, p. 188–188, 2018a. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6111791/>. Acesso em: 14 de junho de 2023.

SAHIN, Ned T; KESHAV, Neha U; SALISBURY, Joeseeph; VAHABZADEH, Arshya; et al. **Second Version of Google Glass as a Wearable Socio-Affective Aid: Positive School Desirability, High Usability, and Theoretical Framework in a Sample of Children with Autism**. Vol. 7, No. 5, 2018b. Disponível em: <https://humanfactors.jmir.org/2018/1/e1/>. Acesso em: 14 de junho de 2023.

UZUN, M. Augmented Reality in Cardiology. **The Anatolian Journal of Cardiology**, v. 22, 2019.

VAHABZADEH, Arshya; KESHAV, Neha U; SALISBURY, Joeseeph; SAHIN, Ned T; et al. **Improvement of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder Symptoms in School-Aged Children, Adolescents, and Young Adults With Autism via a Digital Smartglasses-Based Socioemotional Coaching Aid: Short-Term, Uncontrolled Pilot Study**. Vol. 5, No. 2, 2018. Disponível em: <https://mental.jmir.org/2018/2/e25/authorsl>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

View of Assisting Individuals with Autism and Cognitive Disorders: An Augmented Reality-Based Framework. **Online-journals.org**. Disponível em: <https://online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/9835/5491>. Acesso em: 16 de junho de 2023.