

Autismo e Tecnologias Assistivas: uma Revisão Sistemática dos Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação

Emerson A. Carvalho¹, Fábio J. Alves¹, Igor D. Rodrigues²
Telma L. Souza^{1,3}, Denis da S. Moreira³

¹Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Machado – MG – Brasil

²Universidade Federal de Viçosa – Viçosa – MG – Brasil

³Universidade Federal de Alfenas – Alfenas – MG – Brasil

{emerson.carvalho, fabio.alves, telma.souza}@ifsuldeminas.edu.br
igor.d.rodrigues@ufv.br, denis.moreira@unifal-mg.edu.br

Abstract. *This work presents the results of a Systematic Review in the Brazilian Congress of Informatics in Education annals regarding the use of Assistive Technologies to support skills development in people with autism. It analyzed primary studies of the last 12 editions of the event, identifying the technologies used, the associated therapeutic approaches, the skills worked on, and the common limitations. A total of 60 studies were indexed, of which 18 were analyzed to answer the research questions. Mobile Apps and games were the most used technologies; behavioral approaches were the most applied, although almost half of the works were not based on any therapeutic approach; the most worked skills were social interaction, communication and literacy; despite the advances, the results highlighted some gaps, such as the lack of a better characterization of the people involved (demographic data, diagnosis level, etc.), not basing the tool on any therapeutic approach or teaching strategy, and the absence of health professionals in the development process.*

Resumo. *Este trabalho apresenta os resultados de uma Revisão Sistemática nos Anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação sobre o uso de Tecnologias Assistivas no apoio ao desenvolvimento de habilidades em pessoas com autismo. Foram analisados estudos primários das últimas 12 edições do evento, identificando as tecnologias empregadas, as abordagens terapêuticas associadas, as habilidades trabalhadas e as limitações comuns. Um total de 60 estudos foram indexados, dos quais 18 foram analisados para responder às questões de pesquisa. Aplicativos e jogos foram as tecnologias mais empregadas; as abordagens comportamentais foram as mais aplicadas, apesar de quase metade dos trabalhos não se fundamentarem em nenhuma abordagem terapêutica; as habilidades mais trabalhadas foram interação social, comunicação e alfabetização; apesar dos avanços, os resultados evidenciaram algumas lacunas, como, por exemplo, a falta de uma melhor caracterização das pessoas envolvidas (dados demográficos, intensidade do diagnóstico etc), não fundamentar a ferramenta em alguma abordagem terapêutica ou estratégia de ensino, e a ausência de profissionais de saúde no processo de desenvolvimento.*

1. Introdução

Em 1911, Eugene Bleuler descreveu o termo autismo para designar a perda de contato com a realidade, dificultando a comunicação [Szatmari 2000]. Em 1943, Leo Kanner utilizou o termo para caracterizar crianças com incapacidade de estabelecer contato afetivo [Kanner et al. 1943]. Um ano depois, Hans Asperger descreveu crianças com características semelhantes ao autismo, mas com inteligência preservada [Rutter e Schopler 1992].

Atualmente, o Transtorno do Espectro Autista (TEA) é definido como um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por déficits na comunicação e interação social, e padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades [Carvalho et al. 2023]. Os sintomas do TEA manifestam-se principalmente entre um e três anos de idade e podem persistir por toda a vida. O DSM-5 (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition*) [Association 2013] classifica esses déficits em níveis de intensidade: leve, moderado, e severo, dependendo da necessidade de apoio da pessoa, com indícios de atividade cerebral diferentes para cada nível de intensidade [Rodrigues et al. 2022].

No ano de 2004 foi estimado um caso a cada 166 crianças nos EUA; já em 2023, a estimativa foi um caso a cada 36 crianças, representando um aumento de $\approx 360\%$ no período. Globalmente, a prevalência do TEA varia entre 1.1% e 2.1% (feminino: 0.5 – 0.9%; masculino: 1.8 – 3.6%) [Carvalho et al. 2023], enquanto no Brasil, a estimativa do IBGE¹ é de \approx dois milhões de pessoas com TEA.

Embora os sintomas se manifestem a partir do primeiro ano de vida, aproximadamente 39% das crianças são avaliadas pela primeira vez após os quatro anos de idade [Baio et al. 2018]. Este fato, associado aos efeitos negativos em termos de saúde, felicidade, vida familiar, educação, e inclusão social, motivam desenvolver meios que possam contribuir com o tratamento do TEA [Alves et al. 2022].

A tecnologia tem contribuído significativamente na temática do TEA, desde o diagnóstico [Santana et al. 2022, Carvalho et al. 2024] até o tratamento, uma vez que as pessoas com TEA tendem a se divertir e se envolver ao interagir com computadores e outras tecnologias [Alves et al. 2022]. Pesquisas recentes mostram que as Tecnologias Assistivas (TAs) melhoram a aprendizagem, o reconhecimento de sentimentos, a interação social, as habilidades de lazer e a gestão de comportamentos repetitivos em pessoas com TEA [Alves et al. 2020a].

A Lei Brasileira de Inclusão da pessoa com deficiência define TAs como produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social [Brasil 2015]. As TAs geralmente incluem aplicativos, dispositivos vestíveis (aqueles que possam ser usados como acessórios ou que podemos vestir), robôs, jogos, realidade virtual e aumentada etc, e têm sido utilizadas em diversos ambientes terapêuticos [Alves et al. 2020a]. Desta forma, para empregar TAs que apoiem a aprendizagem de pessoas com TEA, é essencial compreender como as informações devem ser apresentadas, considerar seus perfis cognitivos, déficits comportamentais de de-

¹Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

envolvimento, pontos fortes e preferências, e proporcionar um ambiente adequado ao seu estilo de aprendizagem [Tuedor et al. 2019], além de considerar os aspectos filosóficos, éticos e legais para o desenvolvimento de TAs aplicadas ao TEA [Carvalho et al. 2022].

Considerando o aumento na prevalência do TEA, o efeito positivo do uso das TAs no processo de desenvolvimento e aprendizagem dos autistas, e o notório interesse dessas pessoas em lidar com dispositivos tecnológicos, esta Revisão Sistemática (RS) tem como objetivo analisar as pesquisas publicadas no Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE) referentes ao desenvolvimento de TAs com foco no desenvolvimento de habilidades de pessoas com TEA. Este trabalho se propõe a contribuir nesta vertente, apresentando os avanços e desafios científicos e tecnológicos que possam possibilitar as TAs melhorar a qualidade de vida pessoal e social das pessoas autistas.

2. Metodologia da Pesquisa

Uma RS é um método de pesquisa científica que utiliza critérios rigorosos e uma sequência metodológica bem definida para responder uma ou algumas questões de pesquisa [Biolchini et al. 2005]. Por meio dessa abordagem, foi desenvolvido um protocolo de pesquisa para auxiliar na busca de artigos nos anais do CBIE, possibilitando que outros pesquisadores sigam a mesma metodologia ou avaliem a adequação dos padrões definidos.

Segundo [Denyer e Tranfield 2009], uma RS é organizada em cinco etapas: 1) formulação da(s) questão(ões) de pesquisa; 2) busca de artigos; 3) avaliação e seleção; 4) análise e síntese; e 5) relatório de resultados. [Kitchenham et al. 2007] sugerem as seguintes fases para uma RS: 1) planejamento; 2) condução da revisão; e 3) análise dos resultados, que geram os resultados esperados pelos executores. A condução desta RS seguiu os passos propostos por [Kitchenham et al. 2007], Figura 1(a), juntamente com os passos correspondentes propostos por [Denyer e Tranfield 2009], Figura 1 (b).

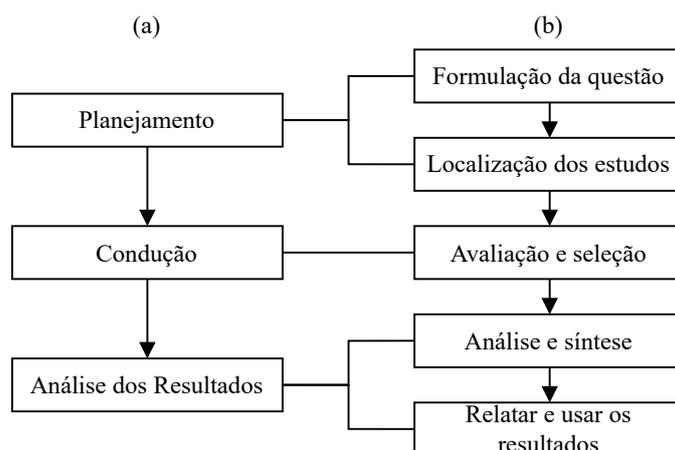


Figura 1. Fases da Revisão.

2.1. Questões de Pesquisa

Foram formuladas quatro questões de pesquisa (Tabela 1) para explorar os tópicos de interesse desta RS. As questões consideraram aspectos relevantes para este estudo e nor-

tearam o desenvolvimento desta RS para atender ao objetivo proposto.

Tabela 1. Questões de Pesquisa (QPs)

ID	Descrição
QP1	Quais tipos de tecnologias computacionais estão sendo utilizadas para auxiliar no desenvolvimento de habilidades de pessoas com TEA?
QP2	Quais abordagens terapêuticas são empregadas em conjunto com as tecnologias?
QP3	Quais habilidades as tecnologias objetivaram desenvolver?
QP4	Profissionais da educação/saúde participaram do processo de <i>design</i> e validação das TAs propostas?

2.2. Bases de Dados e Localização dos Estudos

A RS abrangeu os artigos científicos publicados nos anais e anais estendidos dos eventos base e também nos *workshops* do CBIE. Foram selecionados os artigos escritos em todos os idiomas aceitos pelo CBIE, Português, Inglês, e Espanhol. Foram selecionados artigos das últimas 12 edições do evento, de 2012 a 2023. A edição de 2012 foi definida como ano inicial da revisão em função de ter sido a primeira edição do evento.

2.2.1. String de Busca

Definidas as edições do evento para pesquisa, determinou-se a *string* de busca para encontrar os artigos com potencial de responder às questões de pesquisa. A *string* de busca foi criada com base nas palavras-chave "autismo", "autista", "autistas", "TEA", "autism", "autistic", e "ASD". A *string* de busca final ficou conforme a Listagem 1.

```
"autismo" OU "autista" OU "autistas" OU "TEA" OU "autism"  
↪ OU "autistic" OU "ASD"
```

Listagem 1. String de busca.

2.2.2. Execução da Pesquisa

A *BeautifulSoup*² foi utilizada para desenvolver um *software* de busca dos artigos. A *BeautifulSoup* é uma biblioteca que facilita o *scraping* de dados em páginas *Web* ao trabalhar com um analisador que fornece expressões idiomáticas na linguagem de programação *Python* para iterar, pesquisar e/ou modificar a árvore do documento. *Scraping* de dados, ou *Web scraping*, é um método automático para obter ou avaliar grandes quantidades de dados de páginas *Web* [Khder 2021].

Usando a *string* de busca proposta, o *software* de busca analisou os artigos (título e resumo) diretamente nos repositórios dos anais do CBIE. Atualmente, os artigos dos

²<https://beautiful-soup-4.readthedocs.io>

anais dos eventos de 2012 a 2019 estão armazenados na plataforma Milanesa³⁴⁵ da Universidade de São Paulo, enquanto os artigos dos anais dos eventos de 2020 a 2023 estão armazenados na plataforma SOL⁶, da Sociedade Brasileira de Computação. Dos 4.890 trabalhos analisados pelo sistema (total publicado nos anais do CBIE no período), 66 foram selecionados por correspondência com a *string* de busca.

2.2.3. Critérios de Seleção dos Estudos

Objetivando responder as questões de pesquisa, foram definidos os Critérios de Inclusão (CI) listados na Tabela 2, e os Critérios de Exclusão (CE) apresentados na Tabela 3.

Tabela 2. Critérios de Inclusão

ID	Descrição
CI1	Trabalhos que utilizam tecnologias computacionais para auxiliar no desenvolvimento de habilidades de pessoas com TEA.
CI2	Trabalhos que utilizam tecnologias computacionais para avaliar habilidades de pessoas com TEA.

Tabela 3. Critérios de Exclusão

ID	Descrição
CE1	Trabalhos em formato de resumo ou resumo expandido.
CE2	Trabalhos não primários (revisões ou similares).
CE3	Trabalhos que usam ou propõem tecnologias computacionais para auxiliar no desenvolvimento ou avaliar habilidades de pessoas com TEA que não foram utilizados em intervenções com autistas.

2.3. Avaliação e Seleção dos Estudos

A primeira etapa foi remover seis artigos duplicados, restando 60 trabalhos. Para cada trabalho, três dos pesquisadores, individualmente, fizeram a leitura do resumo (e outras seções quando necessário) aplicando os critérios de inclusão e exclusão. Estudos que aderiram a um CI com consenso entre os pesquisadores foram classificados como aceitos para leitura na íntegra. Trabalhos que aderiram a um CE com consenso entre os pesquisadores foram classificados como excluídos. Essa primeira seleção resultou em 16 artigos incluídos e 23 artigos excluídos. Para os casos com ausência de consenso, a inclusão ou exclusão, e também os critérios, foram definidos por meio de reuniões entre os pesquisadores. A segunda seleção resultou em mais dois artigos incluídos, totalizando 18, e mais 19 artigos excluídos, totalizando 42. A Figura 2 resume o processo de avaliação e seleção.

Todos os 18 artigos selecionados (Tabela 4) foram lidos integralmente por pelo menos três pesquisadores em um processo cegado de extração de dados, com reuniões posteriores para sintetizar e padronizar os dados extraídos.

³<http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wcbie/issue/archive>

⁴<http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/issue/archive>

⁵<http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wie/issue/archive>

⁶<https://sol.sbc.org.br/index.php/cbie/issue/archive>

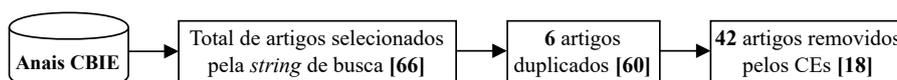


Figura 2. Etapas do processo de seleção.

Tabela 4. Estudos Selecionados

ID	Autor(es)	CI	ID	Autor(es)	CI
1	[Muñoz et al. 2015]	1	10	[Carvalho e Cunha 2019]	1
2	[Bittencourt e Francisco 2015]	1	11	[de Mira Gobbo et al. 2019]	1
3	[da Silva e Pellanda 2016]	1	12	[Conrad e Cheiran 2019]	1
4	[Bittencourt e Fumes 2016]	1	13	[de Araújo Cavalcante et al. 2019]	2
5	[Teixeira et al. 2016]	1	14	[Rodrigues e Siqueira 2019]	1
6	[de Medeiros et al. 2016]	1	15	[Junior et al. 2020]	1
7	[Castro e Ferreira 2016]	1	16	[Souza et al. 2020]	1
8	[Silva et al. 2017]	1	17	[Paiva e Queiroz 2022]	1
9	[Moita et al. 2017]	1	18	[de Araújo e Silva 2023]	1

3. Resultados e Discussões

Esta seção sintetiza e analisa os resultados encontrados, responde às questões de pesquisa e apresenta outras informações relevantes.

Considerando todos os 60 trabalhos pré selecionados, publica-se, em média, aproximadamente cinco trabalhos na temática do autismo por ano no CBIE (Figura 3). Percebe-se um aumento nas publicações a partir de 2015; porém, no período da pandemia, o número de publicações diminuiu, ficando, inclusive, abaixo da média. Em 2023 o número de publicações voltou a aumentar, evidenciando que a pandemia teve influência no baixo número de publicações entre os anos de 2020 e 2022 e corroborando a tendência de aumento no número de artigos publicados sobre o tema ao longo dos últimos anos, o que indica um crescente interesse de pesquisa na área [Valencia et al. 2019].

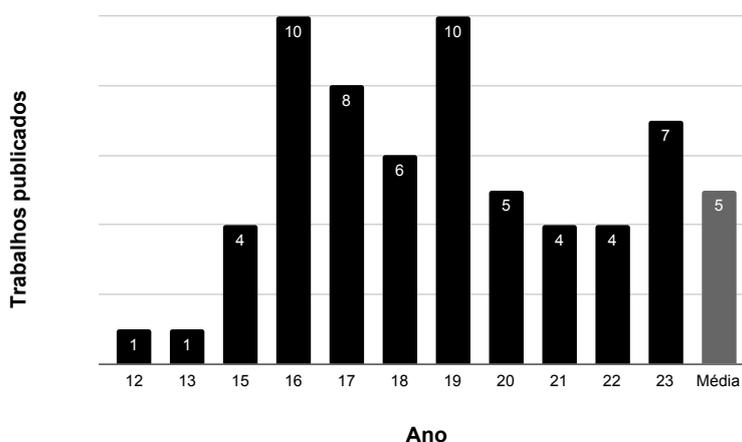


Figura 3. Publicações na temática do autismo por ano.

Os 18 trabalhos integralmente analisados envolveram pessoas com TEA com idades entre quatro e 30 anos, sendo que 72% das pesquisas informaram as idades das pes-

soas. Apesar de envolverem adultos (23%) e adolescentes (38%), a predominância nas pesquisas foi trabalhar com crianças (77%). Apenas 55% das pesquisas informaram o sexo das pessoas, nas quais 17% eram do sexo feminino e 83% do sexo masculino. Somente 39% dos estudos informaram o nível de intensidade do TEA; no entanto, nem todos eles informaram o nível das pessoas individualmente. Das pesquisas que detalharam o nível por pessoa (71%), 76% eram do nível de suporte 1, 18% do nível de suporte 2, e 5% do nível de suporte 3. A supressão de informações demográficas é uma limitação frequentemente encontrada em trabalhos envolvendo pessoas neuro diversas, dificultando a produção de análises mais precisas [Rodrigues et al. 2023]. Por fim, a maioria dos estudos foram realizados em centros especializados e escolas (65%), 18% em residências, e 17% em outros ambientes, tais como rua e escolas de outra habilidades, como música. É conhecido que a concentração das atividades em ambientes controlados dificulta o processo de generalização [Alves et al. 2020a].

A Figura 4 exibe as tecnologias computacionais utilizadas (QP1) de acordo com o tipo de dispositivo (a), o Sistema Operacional (SO) (b), e a tecnologia empregada (c). Presentes em 72% dos projetos, os dispositivos móveis prevalecem em detrimento dos outros tipos de dispositivos, uma tendência no uso de tecnologias para o ensino de crianças com TEA [da Silva et al. 2019], sendo o Android, com 83%, o SO mais utilizado para o desenvolvimento dos aplicativos móveis. Os aplicativos e os jogos foram as tecnologias mais empregadas, totalizando, em conjunto, aproximadamente 79% das tecnologias, evidenciado uma tendência atual pelo uso de aplicativos com funções baseadas em jogos educativos para ensinar pessoas com TEA [Valencia et al. 2019]. Não foram propostas TAs utilizando robótica, apesar de robôs serem frequentemente utilizados em TAs projetadas para o tratamento do TEA [Alves et al. 2020a, Alves et al. 2020b].

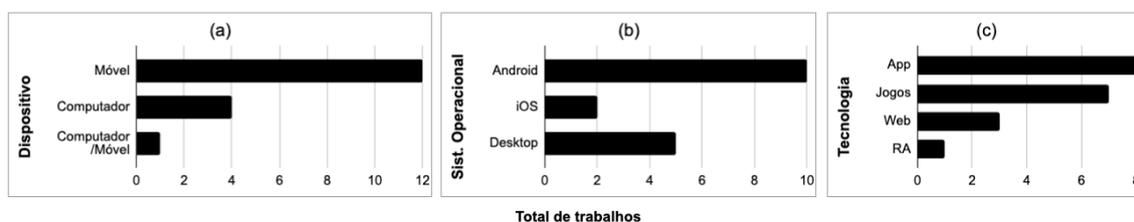


Figura 4. Tecnologias computacionais utilizadas (RA - Realidade Aumentada).

As abordagens terapêuticas aplicadas (QP2) estão listadas na Figura 5. A ABA (*Applied Behavior Analysis*) e o TEACCH (*Treatment and Education of Autistic and Communication Handicapped Children*) foram os métodos mais empregados, sendo utilizados em 60% dos projetos fundamentados em alguma abordagem terapêutica. O uso destas abordagens comportamentais se justifica pela eficácia comprovada no tratamento do TEA [Frost 2002, Alves et al. 2020a]. No entanto, é importante ressaltar que quase metade dos projetos (44%) não informaram ou não consideraram nenhuma abordagem terapêutica. Não se fundamentar em alguma abordagem terapêutica, ou se fundamentar inadequadamente, é uma limitação comum no desenvolvimento de TAs voltadas para o tratamento do TEA; uma revisão de literatura com 218 propostas de TAs apontou que 85% delas não citaram (neste caso, não utilizaram) qualquer estratégia de ensino [da Silva et al. 2019].

Em relação às habilidades (QP3), Interação Social e Comunicação foram as mais trabalhadas, sendo habilidades alvo em aproximadamente 33% dos trabalhos, seguidas

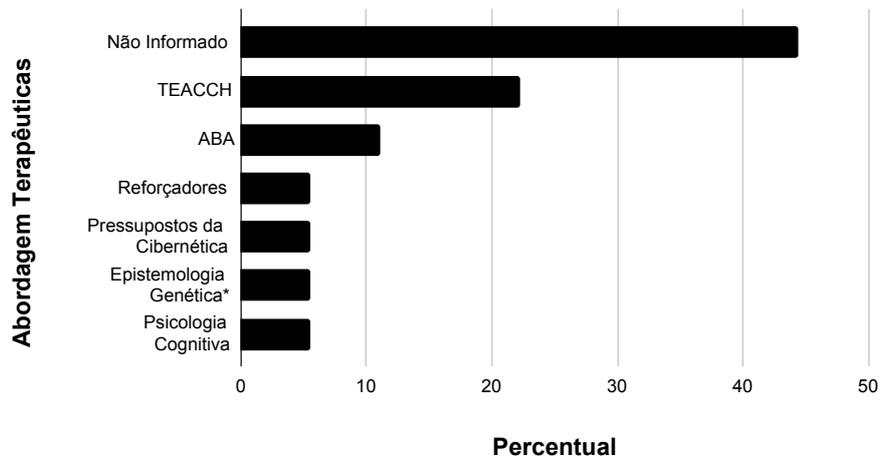


Figura 5. Abordagens terapêuticas aplicadas (*de Jean Piaget/Alícia Fernandez).

de perto pela habilidade de Alfabetização, com 28%. Funções Cognitivas e Atenção, trabalhadas em aproximadamente 20% dos trabalhos, e Matemática, com 11%, fecham o conjunto de habilidades mais exploradas. As outras atividades trabalhadas englobam auto reconhecimento, expressão de emoções, coordenação motora, autonomia, e atividades musicais (Figura 6). A comunicação, a atenção e a interação social são, frequentemente, as habilidades mais trabalhadas ao se propor TAs para o tratamento do TEA [Alves et al. 2020a, Valencia et al. 2019], que pode ser explicado pela importância do uso de tecnologias na melhoria de aspectos comportamentais, de comunicação e convívio social [Steinbrenner et al. 2020].

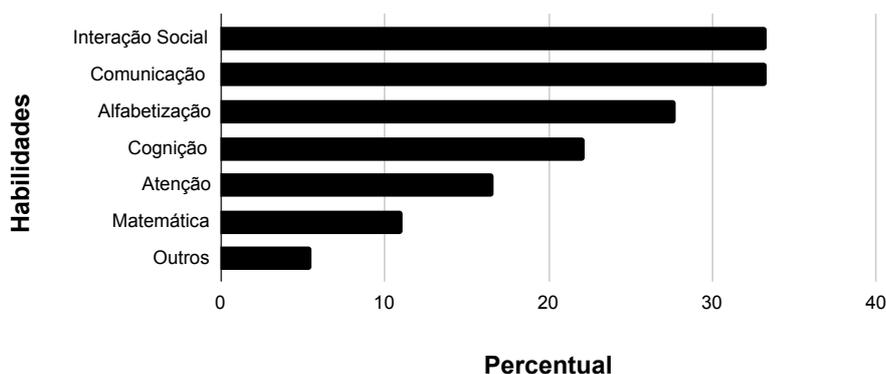


Figura 6. Habilidades alvo de melhorias.

Aproximadamente 67% dos trabalhos propuseram o desenvolvimento de alguma TA (QP4). Destes trabalhos, apenas 17% utilizaram alguma prática de *design* envolvendo os próprios usuários, o que pode levar, muitas vezes, ao não atendimento das características, limitações, e necessidades dos usuários finais [Martin et al. 2011]. Menos da metade das pesquisas (42%) tiveram profissionais da educação e/ou saúde envolvidos no processo de *design* ou validação, e apenas 25% das propostas envolveram esses profissionais no processo de *design* e validação (Figura 7), mesmo sendo fundamental envolver esses profissionais no processo de desenvolvimento (seleção, requisitos, *design*

de interface, testes e avaliação) [Alves et al. 2020a].

Embora muitas TAs sejam projetadas para auxiliar no tratamento de pessoas com TEA, os profissionais da computação ainda desconhecem como projetar e implementar soluções acessíveis que atendam as necessidades de uso para este público [Seeman e Cooper 2018], sendo comum que as TAs desenvolvidas sejam protótipos ou validadas por meio de avaliações limitadas, as quais dificultam avaliar a qualidade das soluções e compreender se poderiam ser eficazes em situações reais [Aguiar et al. 2020]. Apesar de vários trabalhos descreverem que aspectos como experiência do usuário, usabilidade e acessibilidade são cruciais quando se trabalha com pessoas com TEA, estes aspectos, geralmente, também não são considerados ou validados detalhadamente [Valencia et al. 2019]. Artefatos confiáveis são necessários para validar a adequação de uma TA ao atendimento do seu propósito. TAs validadas e adequadas às recomendações sugeridas contribuem para promover a evolução, satisfação, autonomia e qualidade de vida de seus usuários [Rodrigues et al. 2021].

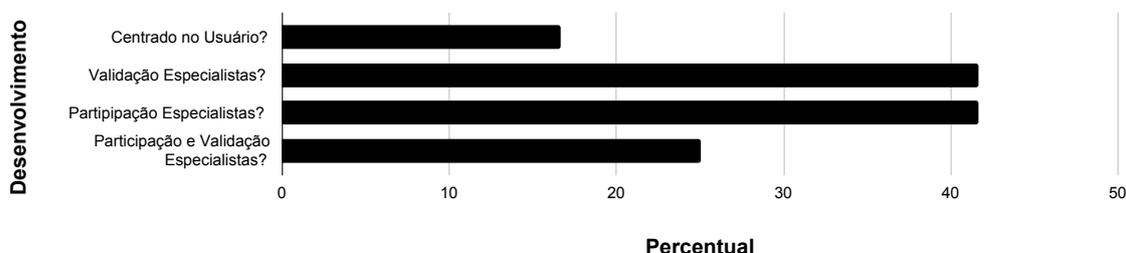


Figura 7. Participação de profissionais de saúde/educação no desenvolvimento.

Outras limitações e desafios identificados foram a falta de um delineamento claro da pesquisa, especialmente no que se refere aos testes com autistas, com ausência de grupos controle (mais de 80% do trabalhos) e tamanhos limitados das amostras (56% com cinco pessoas ou menos; 83% com 10 pessoas ou menos), o que impede a aplicação da estatística e a criação de resultados quantitativos, resultando em análises qualitativas e, frequentemente, subjetivas e sujeitas a vieses. Além disso, a seleção de amostras não representativas e a diversidade limitada dos participantes restringem a generalização.

A não informação das habilidades requeridas para o uso das TAs (quase 90% do trabalhos) representa outra lacuna crítica. A eficácia de qualquer TA depende, em grande medida, da capacidade do usuário de interagir com ela. Quando os estudos falham em especificar essas habilidades, torna-se difícil replicar os resultados ou adaptar a TA para diferentes perfis. Essa omissão também impede a identificação de potenciais barreiras de acessibilidade e usabilidade, que são essenciais para o desenvolvimento de soluções mais inclusivas e eficazes.

A falta de informações sobre os critérios e protocolos de diagnóstico (quase 95% dos trabalhos) também é uma limitação preocupante. A diversidade dentro do espectro autista requer uma compreensão precisa das características e necessidades específicas dos participantes, informações essas que geralmente são identificadas ao conhecer dados do processo de diagnóstico. A falta dessas informações dificulta a avaliação da aplicabilidade e a eficácia das TAs para diferentes subgrupos dentro do espectro, que pode levar a resultados inconsistentes e a conclusões equivocadas sobre a eficácia das intervenções.

Em relação ao processo de seleção das pessoas, uma característica presente em quase todos os projetos foi a definição de critérios de inclusão muito genéricos, o que pode comprometer a qualidade dos estudos. Quando os critérios de inclusão não são bem definidos, torna-se difícil avaliar o risco de enviesamento da pesquisa, como no aspecto de generalização dos resultados, principalmente considerando uma neuro desordem heterogenia como o TEA, inclusive sendo esse um ponto avaliado pelo QUADAS-2 [Whiting et al. 2011]. Critérios específicos e bem delineados são essenciais para assegurar que a avaliação de enviesamento dos estudos avalie o grupo de participantes corretamente, com grupos de participantes que compartilham características relevantes, permitindo assim uma avaliação mais precisa e significativa das TAs.

Outra questão crítica é a sub notificação de dados negativos, que pode levar a uma visão distorcida da eficácia das intervenções. A transparência na divulgação dos resultados é essencial para a construção de um corpo de conhecimento mais sólido e confiável.

Um aspecto que chamou atenção nos trabalhos analisados foi que apenas 17% estavam acessíveis. Garantir que essas TAs sejam amplamente divulgadas e disponíveis é crucial para que possam cumprir seu propósito de inclusão e melhoria da qualidade de vida. A criação de plataformas acessíveis para a distribuição e compartilhamento de TAs assegura que os beneficiários tenham conhecimento e acesso às inovações disponíveis. A ausência de acesso a essas tecnologias representa um obstáculo significativo, uma vez que limita a capacidade das pessoas em utilizar ferramentas que poderiam melhorar significativamente suas vidas diárias [Boot et al. 2018].

Em conjunto, essas observações reforçam a importância de aprimorar as metodologias de pesquisa, promover a transparência, incentivar a colaboração interdisciplinar, e tornar as soluções acessíveis para avançar o campo de estudo e gerar evidências mais sólidas e abrangentes.

4. Conclusão

A evolução científica e tecnológica das últimas décadas tem proporcionado maior acessibilidade, aceitação social e integração dos dispositivos tecnológicos às vidas humanas, tornando-os mais acessíveis tanto financeiramente quanto em usabilidade. Esta evolução possibilitou que as tecnologias estivessem cada vez mais presentes na educação e, em especial, auxiliando pessoas com deficiência, promovendo apoio tanto nas atividades da vida diária quanto nos relacionamentos sociais.

As pesquisas descritas nesta RS apresentaram resultados positivos para o tratamento de pessoas com TEA na superação de barreiras de aprendizagem e na socialização, haja vista que os dispositivos tecnológicos são usualmente atrativos para este público e podem ser utilizados em diversos ambientes. No entanto, apesar dos resultados promissores em termos de eficácia, os achados carecem de melhores análises de eficiência, especialmente avaliações quantitativas, evidências de longo prazo (generalização) e replicação em outros grupos. A maioria dos estudos foca em medidas de curto prazo, sem explorar os impactos a longo prazo das intervenções propostas; e também em análises estritamente qualitativas e, portanto, sujeitas a vieses.

Finalmente, a análise reforçou a necessidade já conhecida de uma maior interdisciplinaridade em projetos dessa natureza, integrando conhecimentos de áreas como Psi-

ciologia, Sociologia, Educação, e Ciência da Computação para desenvolver abordagens e delineamentos de pesquisas mais holísticas e eficazes. A colaboração entre pesquisadores de diferentes campos pode contribuir para a criação de soluções tecnológicas mais robustas e eficazes, aplicáveis em diferentes contextos para ampliar o impacto das intervenções realizadas.

Desta forma, é imperativo considerar os aspectos específicos descritos abaixo para ampliar a robustez e a eficácia das propostas futuras de TAs para o tratamento do TEA.

Primeiramente, é importante considerar abordagens terapêuticas e de ensino amplamente utilizadas e com eficácia comprovada para nortear as funcionalidades das ferramentas, como por exemplo Gamificação [Pereira et al. 2021], PECS (*Picture Exchange Communication System*), TEACCH, entre outros métodos fundamentados em ABA [da Silva et al. 2019].

Pessoas neurodiversas geralmente não participam do processo de desenvolvimento das tecnologias por não possuírem habilidades de comunicação suficientes para expressarem suas preferências. No entanto, é fundamental a utilização de algum processo de *design* participativo para melhorar a compreensão sobre os requisitos [Ferreira e Castro 2019]. Nas áreas da Interação Humano Computador, o *Design Centrado no Usuário*, o *Design Participativo*, e o *Design Informante* são utilizados para reduzir a dificuldade que os profissionais possuem de se colocarem no lugar dos usuários [Aguiar et al. 2020]. Além disso, outras recomendações de acessibilidade e usabilidade de interfaces com foco nas características específicas das pessoas com TEA devem ser consideradas [Britto e Pizzolato 2018, Pereira et al. 2021, Junior e Melo 2022].

Para determinar o êxito das soluções propostas, um fator ainda mais importante é adotar protocolos de desenvolvimento e/ou validação, como o ALVINA⁷ [Alves et al. 2022], elaborados especificamente para auxiliar na criação e validação de TAs para o tratamento do TEA [de Oliveira e Thereza 2019].

Seguindo essas recomendações, futuras pesquisas poderão não apenas expandir o conhecimento sobre o desenvolvimento das TAs no tratamento do TEA, mas também contribuir de forma significativa para o desenvolvimento de soluções mais eficazes e acessíveis, promovendo a inclusão das pessoas com TEA.

Referências

- Aguiar, Y. P. C., Galy, E., Godde, A., Trémaud, M., e Tardif, C. (2020). Autismguide: a usability guidelines to design software solutions for users with autism spectrum disorder. *Behaviour & Information Technology*, pages 1–19.
- Alves, F. J., De Carvalho, E. A., Aguilar, J., De Brito, L. L., e Bastos, G. S. (2020a). Applied behavior analysis for the treatment of autism: A systematic review of assistive technologies. *IEEE Access*, 8:118664–118672.
- Alves, F. J., de Carvalho, E. A., Lacerda, L., e Bastos, G. S. (2020b). Robôs como suporte às intervenções baseadas em aba para o transtorno do espectro autista: uma revisão narrativa. *FRANÇA, G.; PINHO; KR Autismo: Tecnologias e formação de professores para a escola pública. Palmas: i-Acadêmica*, pages 136–146.

⁷<https://alvina.com.br/>

- Alves, F. J. et al. (2022). Alvina: um protocolo para orientar o desenvolvimento e validação de tecnologias baseadas em aba para o tratamento do autismo.
- Association, A. P. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders, fifth edition. *Text Revision*.
- Baio, J., Wiggins, L., Christensen, D. L., Maenner, M. J., Daniels, J., Warren, Z., Kurzius-Spencer, M., Zahorodny, W., Rosenberg, C. R., White, T., et al. (2018). Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, united states, 2014. *MMWR Surveillance Summaries*, 67(6):1.
- Biolchini, J., Mian, P. G., Natali, A. C. C., e Travassos, G. H. (2005). Systematic review in software engineering. *System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report ES*, 679(05):45.
- Bittencourt, I. e Francisco, D. (2015). Os efeitos da produção em blog para sujeitos com transtorno do espectro autista. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 822.
- Bittencourt, I. e Fumes, N. (2016). A tecnologia assistiva scala na promoção de narrativas de sujeitos com transtorno do espectro autista sobre as suas experiências escolares e o autismo. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 27, page 767.
- Boot, F. H., Owuor, J., Dinsmore, J., e MacLachlan, M. (2018). Access to assistive technology for people with intellectual disabilities: a systematic review to identify barriers and facilitators. *Journal of Intellectual Disability Research*, 62(10):900–921.
- Brasil (2015). Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.
- Britto, T. C. P. e Pizzolato, E. B. (2018). Gaia: uma proposta de um guia de recomendações de acessibilidade de interfaces web com foco em aspectos do autismo. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 26(02):102.
- Carvalho, E., Rodrigues, I. D., Alves, F. J., e Bastos, G. S. (2023). Autism spectrum disorder: A literature review on prevalence and etiology measures. *Revista Eixos Tech*, 10(2).
- Carvalho, E., Rodrigues, I. D., Alves, F. J., e Bastos, G. S. (2024). Probabilistic graphical models applications in medical researches. *Revista Eixos Tech*, 11(1).
- Carvalho, E. A. d., Alves, F. J., Rodrigues, I. D., e Bastos, G. S. (2022). Tecnologias assistivas aplicadas ao tea: Aspectos filosóficos, Éticos e legais. *George França; Gentil Veloso; George Brito; Autismo: tecnologias para a inclusão. Porto Nacional, TO : Acadêmica*, pages 295–318.
- Carvalho, L. T. e Cunha, M. (2019). 123 autismo: Um aplicativo móvel para auxiliar no ensino de habilidades iniciais da matemática a crianças com autismo. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 8, page 1172.

- Castro, T. e Ferreira, N. (2016). Vitula assistiva: tecnologia assistiva no ensino de violino para crianças com autismo. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 27, page 876.
- Conrad, C. A. d. S. e Cheiran, J. F. P. (2019). Desenvolvimento de uma aplicação mobile para apoio na aprendizagem de tarefas do cotidiano de crianças com transtorno do espectro autista. In *Anais dos Workshops do VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (WCBIE 2019)*, pages 1103–1106. VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2019).
- da Silva, L. E. C. e Pellanda, N. M. C. (2016). A ontoepistemogenese de crianças autistas através da utilização de tecnologias touch. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 1384.
- da Silva, M. D., Soares, A. C. B., e Moura, I. C. (2019). Aplicação de ferramentas computacionais para o desenvolvimento do ensino de crianças com autismo: um mapeamento sistemático da literatura. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(03):351–368.
- de Araújo, S. D. e Silva, R. B. (2023). Scratch: Utilizando programação por blocos com alunos com deficiência intelectual e transtorno do espectro autista. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*, pages 86–95. SBC.
- de Araújo Cavalcante, T., Frazão, J., Paiva, A., Maia, I. M., Benitez, P., e Soares, A. (2019). Eye tracking como estratégia de ensino e avaliação na educação inclusiva: Aplicação com alunos com autismo. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 30, page 1221.
- de Medeiros, N. H., Real, L. C., Roveds, A. A., Ferreira, L., Ferraz, G. F., Favarim, D., e Cavalheiro, A. G. (2016). Transtorno do espectro autista: intervenção psicopedagógica a partir de self. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 1438.
- de Mira Gobbo, M. R., Barbosa, C. R., Morandini, M., e Mafort, F. (2019). Aplicativo para ganho de vocabulário e auxílio na alfabetização destinado às crianças com transtorno do espectro autista. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 30, page 1111.
- de Oliveira, U. P. e Thereza, W. (2019). Avaliação de softwares educacionais: Uma abordagem mais inclusiva para alunos com transtorno do espectro autista. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 25, pages 1464–1468.
- Denyer, D. e Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review.
- Ferreira, R. e Castro, T. (2019). Uma abordagem participativa para identificação de preferências de design de crianças autistas. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 30, page 1311.
- Frost, L. (2002). The picture exchange communication system. *Perspectives on Language Learning and Education*, 9(2):13–16.

- Junior, A. A. d. S. e Melo, L. B. (2022). Uma revisão integrativa de diretrizes voltadas ao desenvolvimento de software para usuários com transtorno do espectro autista. *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 694–704.
- Junior, R. W., dos Reis, D. S., e Lopes, M. C. (2020). Tagarela: Módulo de composição musical para musicoterapia. In *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola*, pages 249–258. SBC.
- Kanner, L. et al. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous child*, 2(3):217–250.
- Khder, M. A. (2021). Web scraping or web crawling: State of art, techniques, approaches and application. *International Journal of Advances in Soft Computing & Its Applications*, 13(3).
- Kitchenham, B., Charters, S., et al. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering version 2.3. *Engineering*, 45(4ve):1051.
- Martin, J. K., Martin, L. G., Stumbo, N. J., e Morrill, J. H. (2011). The impact of consumer involvement on satisfaction with and use of assistive technology. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 6(3):225–242.
- Moita, F., Henrique, L., Candido, V., e Medeiros, F. M. (2017). Design e desenvolvimento de um game assistivo para autistas. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 28, page 1057.
- Muñoz, R., Barcelos, T., Kreisel, S., Oróstica, M., Acevedo, R. V., e Silveira, I. F. (2015). Desarrollo de un software de apoyo el desarrollo de la función ejecutiva en niños con trastornos del espectro autista. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 748.
- Paiva, P. V. e Queiroz, F. S. (2022). Tratar: Jogos com realidade aumentada utilizados como incentivo no desenvolvimento das capacidades comunicativa, cognitiva e espacial de crianças autistas. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 463–472. SBC.
- Pereira, W. S., de Azevedo Cysneiros Filho, G. A., e Aguiar, Y. P. C. (2021). Diretrizes de acessibilidade para jogos sérios destinados aos aprendizes no espectro autista. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 679–690. SBC.
- Rodrigues, A., Machado, M. B., Almeida, A. M. P., Abreu, J., e Tavares, T. A. (2021). Interaction devices as assistive technology: Current practices about evaluation methodologies. *International Journal of Human–Computer Interaction*, pages 1–12.
- Rodrigues, I. D., da Costa Silva, J., de Carvalho, E. A., de Almeida Paiva, V., Santana, C. P., de Azevedo Silveira, S., e Bastos, G. S. (2023). Grsr-a guideline for reporting studies results for machine learning applied to electroencephalogram data. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 15(2):22–35.
- Rodrigues, I. D., de Carvalho, E. A., Santana, C. P., e Bastos, G. S. (2022). Machine learning and rs-fmri to identify potential brain regions associated with autism severity. *Algorithms*, 15(6):195.

- Rodrigues, R. e Siqueira, S. (2019). Resgate e reabilitação de um aluno autista no ensino fundamental com uso de tecnologias de informação e comunicação. In *Anais do XXV Workshop de Informática na Escola*, pages 443–450. SBC.
- Rutter, M. e Schopler, E. (1992). Classification of pervasive developmental disorders: Some concepts and practical considerations. *Journal of autism and developmental disorders*, 22(4):459–482.
- Santana, C. P., de Carvalho, E. A., Rodrigues, I. D., Bastos, G. S., de Souza, A. D., e de Brito, L. L. (2022). rs-fmri and machine learning for asd diagnosis: A systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*, 12(1):6030.
- Seeman, L. e Cooper, M. (2018). Cognitive accessibility roadmap and gap analysis. *Retrieved October*, 12:2018.
- Silva, M., Soares, A., e Benitez, P. (2017). Ambiente digital para ensino e acompanhamento personalizado de estudantes com autismo: proposta com uso de dispositivos móveis. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 28, page 1047.
- Souza, J., Oliveira, F., Silva, L., Toda, A., e Isotani, S. (2020). The impact of serious games on the learning of students with autism spectrum disorder. In *Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola*, pages 459–468. SBC.
- Steinbrenner, J. R., Hume, K., Odom, S. L., Morin, K. L., Nowell, S. W., Tomaszewski, B., Szendrey, S., McIntyre, N. S., Yücesoy-Özkan, S., e Savage, M. N. (2020). Evidence-based practices for children, youth, and young adults with autism. *The University of North Carolina at Chapel Hill, Frank Porter Graham Child Development Institute, National Clearinghouse on Autism Evidence and Practice Review Team*.
- Szatmari, P. (2000). The classification of autism, asperger's syndrome, and pervasive developmental disorder. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 45(8):731–738.
- Teixeira, J., Barbosa, P., Junior, R., Oliveira, B. F., Farias, E., e Cunha, M. (2016). Hangaut game: Um jogo da força mobile adaptado para crianças com autismo. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 5, page 189.
- Tuedor, M., Franco, F., White, A., Smith, S., e Adams, R. (2019). Testing literacy educational software to develop design guidelines for children with autism. *International Journal of Disability, Development and Education*, 66(1):19–35.
- Valencia, K., Rusu, C., Quiñones, D., e Jamet, E. (2019). The impact of technology on people with autism spectrum disorder: a systematic literature review. *Sensors*, 19(20):4485.
- Whiting, P. F., Rutjes, A. W., Westwood, M. E., Mallett, S., Deeks, J. J., Reitsma, J. B., Leeflang, M. M., Sterne, J. A., Bossuyt, P. M., e Group*, Q.-. (2011). Quadas-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Annals of internal medicine*, 155(8):529–536.