

Assistive Technology as an aid to individuals with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Mapping

MARCELO DA SILVEIRA SIEDLER, Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil

RAFAEL CUNHA CARDOSO, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil

ELIANA ZEN*, Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil Instituto Federal Farroupilha, Brasil

TATIANA AIRES TAVARES†, Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Brasil

Assistive Technology (AT) is the research area focused on the investigation, development, and evaluation of resources and services focused on people with physical or cognitive limitations. Its primary goal is to expand its users' preserved skills. A target audience that can benefit from this study field is people with Autism Spectrum Disorder (ASD) since they may have several comorbidities. This work highlights a Systematic Literature Mapping (SLM) on AT for autistic people, which uses Information and Communication Technologies (ICTs) in its design. In this way, this paper details all the steps involved in this literature review, until reaching 47 closely related articles on the SLM's main topic. From this analysis, the paper outlines an overview of the researched area, proposing a taxonomy that organizes the works according to 4 different classifications: type of solution developed; degree of autism severity; the purpose of work; and age group. Finally, the article highlights trends and technological/methodological aspects observed during the analysis of these studies, in addition to identifying potential research gaps that can be explored as a work sequence.

CCS Concepts: • **Human-centered computing** → **Accessibility**; • **Applied computing** → **Education**; • **Interaction Devices**; • **Touch Screens**;

Additional Key Words and Phrases: *Human-Computer Interaction, Assistive Technology, Accessibility, Autism spectrum disorders*

ACM Reference Format:

Marcelo da Silveira Siedler, Rafael Cunha Cardoso, Eliana Zen, and Tatiana Aires Tavares. 2022. Assistive Technology as an aid to individuals with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Mapping. In *Brazilian Symposium on Multimedia and Web (WebMedia '22)*, November 7–11, 2022, Curitiba, Brazil. ACM, New York, NY, USA, 15 pages. <https://doi.org/10.1145/3539637.3557063>

1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) descreve um grupo de indivíduos que tem comportamento atípico em dois domínios de diagnóstico: Problema na comunicação social e comportamento restritivo ou repetitivo. O tratamento e diagnóstico de TEA vem se tornando cada vez mais debatido no Brasil e no mundo [9]. Nos Estados Unidos, por exemplo, uma em cada 44 crianças aos 8 anos de idade é diagnosticada com TEA [18]. Estes dados apresentam um aumento de

*
†

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

© 2022 Association for Computing Machinery.
Manuscript submitted to ACM

22% em relação ao estudo do ano anterior. No Brasil não se tem um estudo similar, mas considerando uma transposição dessa prevalência (de 2,3% da população) para o Brasil, teríamos hoje cerca de 4,84 milhões de autistas no país.

Tecnologia Assistiva (TA) são tecnologias que apoiam pessoas com deficiência a realizar suas atividades. TA apresenta um conjunto de recursos e serviços que devem ser vistos como tecnologias colaborativas para a comunicação interpessoal e intercultural [23]. O uso de TA pode ser um meio valioso para prover recursos que auxiliem o desenvolvimento de pessoas com TEA visto que estes possuem capacidades específicas que precisam desenvolver [21].

Metodologias convencionais de projeto e desenvolvimento de software não atendem plenamente as necessidades da criação de aplicativos efetivos voltados a pessoas com TEA [28]. Neste sentido, o presente trabalho pretende descrever um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) no intuito de identificar o que tem sido desenvolvido para prover ferramentas digitais voltadas a usuários com TEA. O MSL visa buscar trabalhos que apresentem propostas de interface, desenvolvimento de ferramentas, novas metodologias e técnicas voltadas a criação de TA para crianças autistas.

É importante ressaltar que esse MSL é parte integrante de um mapeamento prévio que envolveu a busca por TA tanto para autistas quanto para deficientes visuais, desenvolvido em 2021 por um grupo de três estudantes do programa de doutorado em computação da Universidade Federal de Pelotas. O objetivo principal do MSL foi identificar as lacunas relacionadas ao desenvolvimento de TA para deficientes visuais e portadores de TEA.

O trabalho está organizado da seguinte forma: relação entre TA e autismo é destacada na Seção 2; por sua vez, a Seção 3 descreve o protocolo de execução do MSL e os resultados gerais obtidos com a aplicação do mesmo; a taxonomia da área proposta por este trabalho é apresentada na Seção 4; a Seção 5 discute os desafios do desenvolvimento de aplicações que envolvem TA e TEA; a Seção 6 aborda as contribuições dos trabalhos obtidos e sugestões de trabalhos futuros; e, por fim, a Seção 7 destaca as considerações finais da pesquisa.

2 TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA E TECNOLOGIA ASSISTIVA

Acessibilidade e a usabilidade são dois importantes critérios a serem considerados quando pretende-se desenvolver uma TA. Acessibilidade é a facilidade de acesso e de uso de ambientes, produtos e serviços por qualquer pessoa e em diferentes contextos [17]. Por sua vez, a usabilidade diz respeito ao conjunto de atributos relacionados com o esforço necessário para a utilização de uma aplicação interativa e à avaliação individual de tal uso, por um conjunto específico de usuários [1].

No entanto, para que um usuário possa tirar proveito do apoio computacional oferecido por um sistema, não podem existir barreiras que o impeçam de interagir com sua interface. O critério de acessibilidade, portanto, está relacionado com a capacidade de o usuário acessar a aplicação para interagir com ela, sem que a interface imponha obstáculos [5].

A acessibilidade incorpora a ideia de que todas as pessoas têm direito de serem incluídas na sociedade, independente de deficiências, localização geográfica, barreiras de linguagem ou outros fatores [29]. Algumas iniciativas têm surgido nos últimos anos no intuito de disponibilizar recomendações para acessibilidade de sistemas interativos. É o caso do *World Wide Web Consortium* (W3C), que lançou a *Web Accessibility Initiative* (WAI), com o objetivo de oferecer padrões e materiais de suporte para ajudar desenvolvedores de software a compreender e implementar a acessibilidade, no intuito de tornar a Web mais acessível a pessoas com deficiência.

O desenvolvimento de TA é fruto da aplicação de avanços tecnológicos em áreas já estabelecidas. É uma disciplina de domínio de profissionais de várias áreas do conhecimento, que interagem para restaurar a função humana [22]. Barbosa and Silva [5] destacam que, ao interagir com sistemas computacionais, o usuário emprega:

- (1) Sua habilidade motora para agir sobre os dispositivos de entrada;

- (2) Seus sentidos (visão, audição e tato) e capacidade de percepção para identificar as respostas do sistema emitidas pelos dispositivos de saída; e
- (3) Sua capacidade cognitiva, de interpretação e de raciocínio para compreender as respostas do sistema e planejar os próximos passos da interação.

Quando um usuário possui algum tipo de deficiência que limita ou elimina alguma destas habilidades, sentidos ou capacidades, torna-se necessária a utilização de recursos que auxiliem na interação com o sistema. Neste sentido, conforme Albusays et al. [2], TA se refere a qualquer hardware especial ou recurso de software que tenha sido projetado para aumentar as capacidades funcionais de pessoas com deficiências. Considerando que as TA são voltadas para uma enorme diversidade de usuários com variadas limitações e necessidades, é preciso conhecer as reais dificuldades enfrentadas por eles de forma a oferecer sistemas e serviços que possam ser utilizados na sua totalidade.

Em pessoas com autismo, o uso de TA para o desenvolvimento em diversas esferas têm sido cada vez mais discutido e estudado [30, 31, 43]. Indivíduos com TEA, para efeitos legais, são considerados pessoas com deficiência e este mesmo entendimento pode ser aplicado quando falamos no uso de TA [37]. A utilização de tecnologia pode ser dar no desenvolvimento de diversas habilidades, tais como:

- Compreensão e suporte da rotinas diárias;
- Estimular a fala;
- Estimular a comunicação com os pares;
- Auxiliar o entendimento e representação das emoções;
- Motivar a participação e integração social; e
- Permitir formas de comunicação alternativa.

No ambiente escolar, indivíduos com TEA tendem a necessitar um maior suporte visual para realizar determinadas tarefas. Este suporte pode auxiliar na compreensão do que está sendo proposto e na forma de demonstrar o conhecimento do que foi ensinado [26]. Este MSL busca identificar o que está sendo desenvolvido de TA para auxiliar pessoas com TEA no uso de TICs. Neste sentido, a próxima seção deste artigo destaca a metodologia de pesquisa utilizada para identificar os trabalhos acadêmicos que tratam acerca deste tema.

3 METODOLOGIA

A pesquisa realizada configura-se como um Mapeamento Sistemática da Literatura, que é utilizado quando não é necessário responder com profundidade questões específicas, mas sim uma visão geral mais ampla de determinada área, com foco na categorização do tópico de pesquisa de interesse [24].

Este mapeamento sistemático teve duração aproximada de 5 meses, sendo realizada entre Janeiro e Maio de 2021. O planejamento do MSL, a definição da questão de pesquisa e os critérios de busca, foram definidos por uma equipe formada por três estudantes do doutorado em computação do Universidade Federal de Pelotas. Para permitir uma maior sistematização do MSL foi utilizado o software StArt (*State of the Art through Systematic Review*) [27] uma vez que este permite a criação, execução, seleção e extração de dados de modo organizado e processual.

3.1 Definição do Protocolo do MSL

De acordo com Nakagawa et al. [42], o protocolo do MSL contém, entre outros, itens como questões de pesquisa, estratégia de busca e critérios por meio dos quais os estudos serão avaliados para inclusão ou exclusão da revisão e estratégias para seleção, extração e sumarização dos dados.

Como destacado anteriormente, este artigo é parte de um estudo mais amplo, que pesquisou por TA desenvolvidas para dois públicos-alvo: pessoas cegas e autistas. Este trabalho especificamente detalha o recorte sobre TEA cujo objetivo principal foi identificar as lacunas relacionadas ao desenvolvimento de TA para portadores de TEA. Desta forma, a seguinte questão de pesquisa norteou as etapas de preenchimento e execução do MSL:

Como a tecnologia assistiva auxilia pessoas com Transtorno do Espectro Autista no uso das Tecnologias de Informação e Comunicação?

A partir da definição do objetivo e da questão de pesquisa foi especificado o seguinte conjunto de palavras-chave:

human-computer interaction, HCI, "assistive technology", accessibility, Autism, "asperger syndrom", framework, platform, API, evaluation, test, guidelines, protocols

O protocolo de busca foi desenvolvido nos seguintes repositórios: (1) *ACM Digital Library*, (2) *IEEE Xplore Digital Library*, (3) *ScienceDirect* e (4) *Springer*. Eles foram selecionados por se tratarem de alguns dos principais repositórios da área de Computação. Foi necessário, no entanto, adaptar a sintaxe particular da estrutura de *string* de busca para cada um dos repositórios citados, de forma a atender suas especificidades.

Para limitar a quantidade de trabalhos recuperados nesta etapa e na extração dos dados foram considerados os seguintes critérios de inclusão:

- (1) Artigos completos disponíveis nas bases de dados;
- (2) Artigos publicados nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020;
- (3) Tratar de TA para autismo ou deficiência visual;
- (4) Prioritariamente na língua inglesa;
- (5) Artigo com mais de 5 anos, porém relevante na área de pesquisa.

Adicionalmente, também foram utilizados os seguintes critérios de exclusão:

- (1) *Posters*, Resumos e Capítulos de Livros;
- (2) Trabalhos que abordam tecnologias voltadas para o diagnóstico da deficiência;
- (3) Não ser da área de Computação e Engenharia;
- (4) Não ter sido publicado nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020;
- (5) Não ser um estudo primário;
- (6) Não focar em acessibilidade digital.

Com o protocolo preenchido, o MSL teve prosseguimento com a sua execução, etapa destacada na próxima seção.

3.2 Execução do MSL

A realização busca, seguindo o protocolo descrito em 3.1, resultou em 669 resultados, os quais foram recuperados e armazenados na ferramenta StArt. A Figura 1 apresenta a distribuição do conjunto total de artigos resultante desta fase inicial, classificados de acordo com o repositório de busca utilizado.

Após a realização da primeira etapa do MSL, foram aplicadas diversas filtragens sobre os trabalhos recuperados. Assim, os 669 artigos foram submetidos ao primeiro filtro previsto no processo, no qual foram analisadas as informações contidas no título, palavras-chave e resumo dos trabalhos, respeitando os critérios de inclusão e exclusão listados na seção 3. Como resultado, 168 artigos foram selecionados e submetidos ao segundo filtro. Desta vez, foram analisados também as seções de Introdução e Conclusão de cada trabalho. Como resultado, foram selecionados 66 trabalhos. Por

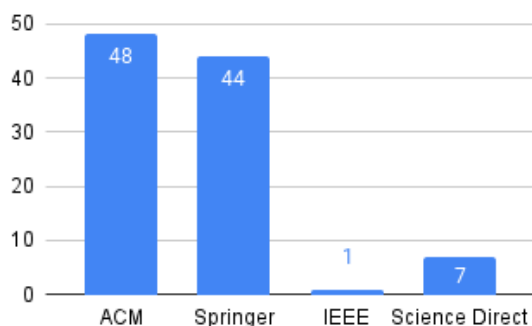


Fig. 1. Distribuição dos artigos por repositório.

fim, terceiro filtro previsto na metodologia envolveu a leitura completa dos artigos provenientes do segundo filtro, resultando em um total de 47 artigos selecionados. A Figura 2 destaca o fluxo de completo de execução do MSL.



Fig. 2. Fluxo de execução do MSL (adaptado de Cardoso [14]).

A leitura e análise dos trabalhos resultantes do MSL, permitiu a identificação de tendências e similaridades dentro da área de pesquisa abordada. Estes dados resultaram na proposição de uma taxonomia, que agrupa os trabalhos investigados. A próxima seção aborda estas classificações percebidas, posicionando os trabalhos recuperados no MSL em cada uma delas.

4 TAXONOMIA

A análise dos artigos resultantes do MSL resultaram nas seguintes classificações:

- (1) Grau de severidade do autismo;
- (2) Tipo de solução desenvolvida;
- (3) Finalidade do trabalho; e
- (4) Faixa etária para o qual o trabalho foi proposto.

Cada uma dessas classificações são detalhadas na sequência do trabalho.

4.1 Grau de Severidade do TEA

O grau de severidade do autismo é baseado nos critérios do DSM V – a 5ª edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais da Academia Americana de Psiquiatria [44]. Nos trabalhos analisados foi comum encontrar o uso das palavras leve, moderado e severo para classificar o grau de severidade do público alvo. Alguns artigos citam também Síndrome de Asperger, que por muito tempo foi utilizada para classificar autistas com sintomas mais brandos [19]. Essa denominação caiu em desuso em 2022 e, para fins de classificação, os trabalhos voltados para Síndrome de Asperger serão considerados como autismo leve.

Dentre os 47 artigos selecionados, 2 são voltados para TEA severo, 7 TEA leve e médio, 34 não especificam o grau de severidade (trataremos esses trabalhos como TEA Geral) e 4 voltados especificamente para comorbidades relacionadas ao autismo, como fala e déficit de atenção. A Figura 3 apresenta a divisão dos trabalhos encontrados no MSL classificados por grau de severidade.

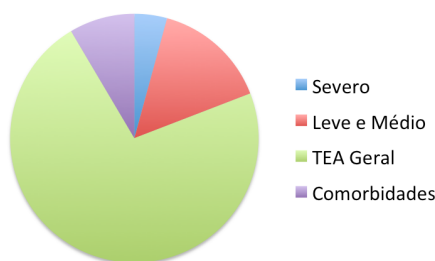


Fig. 3. Classificação de artigos que tratam de TEA agrupados por grau de severidade.

4.2 Finalidade

Os artigos encontrados sobre TEA abordam dois tipos de finalidades: terapêutica e educacional. Como muitos deles tratam sobre metodologia, diretrizes ou técnicas de desenvolvimento de software voltado pra TEA, foi recorrente encontrar trabalhos cuja finalidade abranja tanto o propósito terapêutico quanto educacional (16 trabalhos). Os demais ficam divididos em apenas terapêuticos (17) e educação (14).

No contexto educacional, Caria et al. [15] apresentam o resultado de um projeto concebido em colaboração com professores e terapeutas, resultando em um jogo digital que propõe ao usuário um ambiente virtual onde são propostas diversas atividades envolvendo dinheiro. Por meio de associação visual são apresentados exemplos do que o dinheiro pode comprar. Por exemplo, uma nota de 5 euros associada a imagem de um hambúrguer. O jogo apresenta também a possibilidade de realizar operações matemáticas simples para conseguir atingir o valor necessário para comprar um item hipotético. A interface apresenta a representação visual das notas e moedas existentes, estimulando o usuário a usar corretamente os recursos disponíveis para atingir o valor desejado.

Alkadhi et al. [3] destacam a dificuldade de autistas em ler e compreender o conteúdo dos livros de história, propondo uma solução chamada *Yohka*. Ela consiste em um livro de história que utiliza de realidade aumentada para criar uma versão animada e interativa das histórias, facilitando assim a compreensão das crianças. Um ponto interessante desse projeto é que sua concepção, desenvolvimento e validação contou com a participação de estudantes, educadores, pais e terapeutas.

Na leitura dos trabalhos foram encontradas diversas soluções com fins terapêuticos. A seguir são destacados alguns desses trabalhos, organizados pela área de tratamento do TEA que estes estão inseridos.

4.2.1 Coordenação. Caro et al. [16] e Cibrian et al. [20] introduzem o uso da tecnologia para auxiliar o desenvolvimento da coordenação motora de pacientes. Caro et al. [16] utilizam um *exergame* chamado *FroggyBody* para auxiliar no processo terapêutico, sendo *exergames* jogos que utilizam sensores de captura de movimento como forma principal de interação em sua mecânica. Cibrian et al. [20] avaliam a utilização de uma tela elástica sensível ao toque como tecnologia para auxiliar sessões de musico-terapia com crianças com problema de coordenação motora. No trabalho é proposto uma comparação entre o uso da tela elástica e de tambores como ferramenta interativa durante as sessões de terapia. De acordo com o estudo, a musico-terapia é uma forma eficaz de tratamento para melhorar a coordenação de crianças com TEA, sendo as telas elásticas sensíveis ao toque uma ferramenta que apresentou mais benefícios que o uso de tambores.

4.2.2 Hiperatividade. O "*Say-it and Learn*", é um aplicativo desenvolvido para auxiliar a alfabetização, prática de matemática básica e reconhecimento de formas por meio de uma interface voltada a a crianças com deficit de atenção e hiperatividade (*Attention Deficit Hyperactivity Disorder-ADHD*). Butt et al. [10] detalham o levantamento de requisitos junto a equipe de *experts*, a metodologia utilizada no processo de desenvolvimento, a implementação da aplicação e os testes realizados. A Figura 4 apresenta o fluxo de desenvolvimento proposto por Butt et al. [10] e algumas telas do aplicativo *Say-it and Learn*.

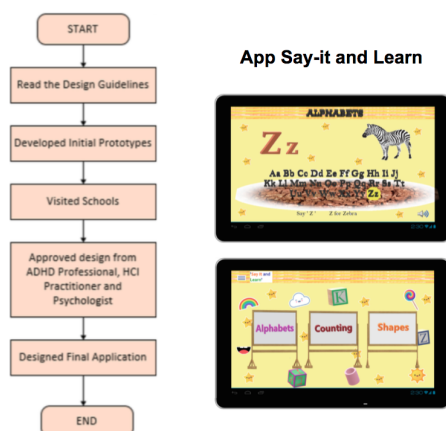


Fig. 4. Fluxo de desenvolvimento do Aplicativo *Say-it and Learn* [10]

4.2.3 Audição. Vocalizador é um recurso eletrônico que utiliza recursos de gravação/reprodução de áudio para auxiliar pessoas com dificuldade de fala a se comunicar [39]. Em Gonçalves et al. [32] é apresentado o *AppVox*, um aplicativo que simula um vocalizador com o objetivo de auxiliar no treinamento de repetição de palavras. O uso do aplicativo foi introduzido como complemento as sessões com a fonoaudióloga de um grupo de participantes e, a partir de testes realizados com os usuários da ferramenta, Gonçalves et al. [32] constataram os benefícios do uso desse tipo de TA como apoio terapia da fala. *Sinbad and The Magic Cure* é um *Serious Game* desenvolvido para auxiliar crianças autistas com hipersensibilidade auditiva [48]. A mecânica proposta pelo consiste em comandar um avatar chamado *Sinbad*,

que deve coletar sons ao longo das fases propostas. Zakari et al. [48] apresentam o estudo realizado com um grupo de crianças, onde cada uma delas é submetida a 30 tipos de sons diferentes. Como resultado da pesquisa, as crianças que participaram do teste relataram que a experiência com a tecnologia foi positiva, conseguindo lidar com sucesso com os diversos sons propostos durante a interação com o jogo.

4.2.4 Comunicação Alternativa. Autistas podem apresentar de forma permanente o comprometimento da fala. Baixa verbalização ou não verbalização é uma comorbidade presente em indivíduos com TEA. Uma das soluções utilizadas para apoiar a comunicação de pessoas não verbais ou com dificuldade de verbalização é a utilização da comunicação aumentativa e alternativa (*Augmentative and alternative communication* - ACC).

SPEAKall! Lite e *SPEAKplay!* são aplicações desenvolvidas com o intuito de desenvolver em crianças com TEA as primeiras noções de linguagem e fala através do uso da Gamificação. Boyd et al. [8] destacam os benefícios do desenvolvimento de *Serious Games* para aumentar o interesse da criança e, consequentemente, melhorar as competências iniciais da fala. Já Mascio et al. [41] apresentam o *Go Go Game*, uma proposta de jogo digital voltado para usuários com pouca verbalização. Neste trabalho é apresentado projeto, desenvolvimento e teste do aplicativo envolvendo usuários de 6 a 14 anos de idade com diferentes níveis de comprometimento. Mascio et al. [41] citam algumas dificuldades encontradas pelos usuários com a interface proposta, tais como, forma de trocar de atividades e grau de dificuldade em compreender as tarefas propostas. Esses problemas acarretaram um comportamento agressivo ou destrutivo em determinados usuários, acarretando em adaptações na ferramenta para tentar minimizar os problemas encontrados e tornar a tomada de decisão o mais natural possível.

4.2.5 Fala. Indivíduos com TEA podem apresentar problema no desenvolvimento da pronúncia e dificuldade de manter um diálogo devido as limitações de interação social impostas pela condição. Boyd et al. [7] abordam um software que utiliza Realidade Aumentada no tratamento da conversação de adultos autistas, usando a tecnologia como forma de incentivar e mediar propostas de diálogo. Por sua vez, Duval et al. [25] descrevem um jogo sério que propõe ao usuário desafios que são resolvidos através da pronúncia de palavras. São propostas várias fases, que vai aumentando a exigência da pronúncia a medida que as fases vão passando. Segundo Duval et al. [25], o jogo desenvolvido colaborou para que os usuários aumentassem o interesse em realizar as pronúncias propostas.

4.2.6 Rotina Diária. A realização de tarefas diárias, como escovar os dentes, vestir roupas e ir ao banheiro, bem como manter o foco em uma determinada tarefa, podem ser desafios para pessoas com TEA. Para auxiliar no desenvolvimento dessas competências são propostas soluções utilizando diversas tecnologias dependendo do objetivo e grau de comprometimento do indivíduo. Dentre as soluções encontradas na literatura dos trabalhos pode-se destacar o uso de computação vestível [36], realidade aumentada [47] e codificação de vídeo [34].

4.2.7 Método de Intervenção Precoce. A criação de métodos de intervenção precoce no autismo é possível graças a possibilidade de identificação cada vez mais cedo do diagnóstico [38]. Atualmente é possível detectar o transtorno a partir dos 18 meses de idade e seu diagnóstico é feito com base em dificuldades específicas encontradas na orientação para estímulos sociais, contato ocular social, atenção compartilhada, imitação motora e jogo simbólico [38]. Existem diversos métodos de intervenção precoce propostos para o desenvolvimento de crianças autistas. Dentre eles pode-se destacar os métodos ABA (*Applied Behavior Analysis*), Denver, TEACCH (Tratamento e Educação para Autistas e Crianças com Déficits de Comunicação) e PECS (Sistema de Comunicação por Troca de Imagem). O Método ABA se baseia em uma aprendizagem que visa reforçar os comportamentos positivos [43].

No presente MSL foi encontrado um trabalho que alia TA diretamente com um método de intervenção precoce. Artoni et al. [4] apresentam um estudo sobre benefícios do uso da tecnologia durante as sessões de terapias que aplicam o método ABA. Artoni et al. [4] propuseram um aplicativo web chamado *ABCD SW*, um software onde o tutor pode customizar exercícios e acompanhar a resolução destes pela criança. São oferecidos dois módulos: um voltado para o tutor personalizar o conteúdo; e outro voltado ao paciente. O *ABCD SW* foi projetado pra PC, celular ou tablet e, a partir dos testes realizados com 7 crianças, foi constatada a eficiência do software no apoio a aplicação do método ABA.

4.3 Faixa Etária

Um ponto relevante dos trabalhos analisados é a faixa etária para o qual os mesmos foram projetados. Dos trabalhos analisados, 7 não relatam no artigo a faixa etária para o qual foram desenvolvidos. Dos 40 restantes, a maioria foi concebida para crianças (0 a 13 anos), sendo 25 voltados exclusivamente para esta faixa etária. A Figura 5 apresenta a divisão dos trabalhos de acordo com a faixa etária.

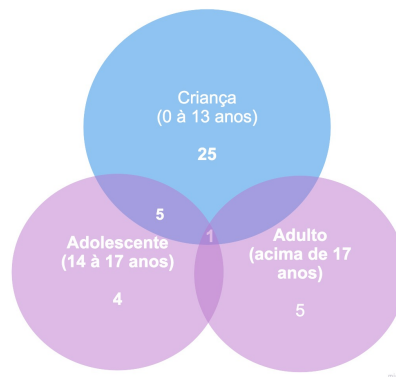


Fig. 5. Classificação dos Artigos de acordo com a Faixa Etária

Dentre os trabalhos analisados, Kamaruzaman et al. [35] e Cano et al. [12] propõem diretrizes voltadas ao projeto de interface para crianças autistas, indicando guia de boas práticas e apresentando o resultado de testes com usuário final. Segundo Kamaruzaman et al. [35], crianças com autismo podem aumentar sua capacidade de comunicação através de recursos visuais, bem como diminuir lentamente sua dependência de sugestão de adultos e, nesse ponto, os aplicativos digitais se tornam uma relevante ferramenta de apoio no desenvolvimento das crianças com TEA.

4.4 Tipo de Solução Desenvolvida

Os trabalhos foram classificados de acordo com tipo de solução desenvolvida segundo os seguintes critérios: Interface, *framework* e desenvolvimento de TA.

4.4.1 Interface. Dos trabalhos analisados, Camargo et al. [11] abordam exclusivamente questões de usabilidade. Por meio de avaliação heurística, o trabalho apresenta o processo de melhoria da interface do aplicativo móvel *DayByDay* desenvolvido para auxiliar a rotina diária de crianças de 8 a 12 anos de idade. Camargo et al. [11] descrevem o método utilizado e, por fim, apresenta exemplos de telas no formato "antes e depois", apresentando o resultado da avaliação e a aplicação do mesmo no projeto. A Figura 6 ilustra o exemplo de uma tela com atividades diárias propostas pelo usuário antes do processo de avaliação e após as modificações propostas.

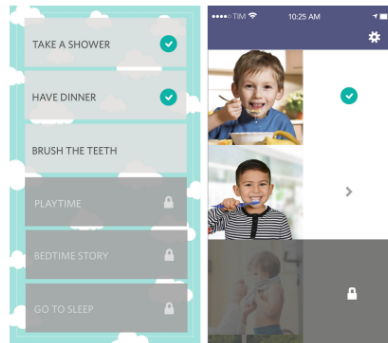


Fig. 6. telas *DayByDay*. Lista de atividades, primeira versão (esquerda); versão melhorada (direita). [11]

4.4.2 Framework. Mascio and Tarantino [40] propõem, a partir da experiência pregressa em desenvolvimento de aplicativos voltados para usuários com TEA, um *framework* metodológico chamado "deejay", que teve como base de sua criação a metodologia Pesquisa-Ação (*Action Research - AR*). Em Van Dijk and Hummels [46], é apresentado um *framework* resultante de dois estudos de caso envolvendo atividades de rotina diária. Um com indivíduos autistas e outro com pessoas com demência. A partir da análise desses dois casos é projetado um *framework* com diretrizes para atender ambos os casos.

4.4.3 Desenvolvimento de TA. A maioria dos trabalhos selecionados (33) apresentam o desenvolvimento de TA voltado ao público autista. Cano et al. [12] apresentam o projeto de um jogo sério (*Serious Game*) para auxiliar a alfabetização de crianças com déficit cognitivo moderado, destacando o uso da metodologia de Design Centrado no Usuário (*User Centered Design - UCD*) e as etapas necessárias para o processo de concepção e desenvolvimento de uma ferramenta funcional voltada ao público-alvo. Já Bossavit and Parsons [6] projetam um jogo voltado a autistas de alto desempenho usando Design Participativo (*Participatory Design - PD*), onde os usuários contribuem ativamente nas etapas de criação da aplicação. Neste trabalho quatro adolescentes autistas e um professor participaram da concepção da ideia, requisitos do jogo, validação de cada etapa da criação e, por fim, testes do produto final.

5 TA E OS DESAFIOS DO DESENVOLVIMENTO

A realização do MSL descrita nas seções anteriores serviu como base para identificar as lacunas relacionadas ao desenvolvimento de TA para auxiliar autistas. Neste sentido, buscou-se realizar uma recorte mais aprofundado nos trabalhos que apresentaram o desenvolvimento de TA com maior detalhamento da concepção, projeto, desenvolvimento e validação, destacando as características desse projeto em relação a criação de um software tradicional.

A escolha por esta temática é justificada pelas particularidades de desenvolvimento de aplicativos voltados para autistas que realmente sejam utilizados no processo educacional ou terapêutico dos indivíduos com TEA [17, 28]. Como abordado nas sessões anteriores, o TEA pode provocar limitações que sugere uma equipe multidisciplinar para auxiliar no tratamento. No ambiente escolar, além do professor regular, é comum o envolvimento do setor pedagógico, formado por pedagogo, psicólogo e profissional do Atendimento Educacional Especializado (AEE). No setor terapêutico, dependendo da comorbidade, tem-se o envolvimento de profissionais da área de educação física, fonoaudiologia, terapia ocupacional, pedagogia, psicologia, entre outros.

Considerando ainda que indivíduos com TEA são únicos e, mesmo sendo viável criar ferramentas úteis para auxiliar uma comorbidade específica, tem-se a dificuldade de encontrar um grupo de indivíduos com necessidades semelhantes no mesmo ambiente e, mesmo tendo essa possibilidade, a parte comportamental pode ser um fator de dificuldade na concepção e validação da ferramenta [41]. Nem sempre é possível ter a colaboração dos usuários nos *checkpoints* de validação estabelecidos em projeto, ou o indivíduo pode sair daquele ambiente onde o trabalho está sendo desenvolvido, além da necessidade de consentimento e colaboração dos responsáveis pelo usuário.

A análise dos 47 artigos obtidos na etapa final de filtragem da aplicação do protocolo do MSL descrito no Capítulo 3 permitiu selecionar 5 trabalhos que abordam a implementação de alguma TA voltada ao TEA, detalhando a metodologia utilizada no desenvolvimento das aplicações e apresentando cada aplicação desenvolvida. Os trabalhos selecionados foram os seguintes: [4, 12, 28, 33, 41]. Nessa análise verificou-se informações adicionais sobre os trabalhos. Além da classificação proposta na seção 4 foram buscadas informações relacionadas as metodologias utilizadas nos trabalhos, entrada e saída de dados das aplicações desenvolvidas e se foram realizados testes com o usuário final. A Tabela 1 apresenta as informações adicionais obtidas dos 5 trabalhos selecionados.

Tabela 1. Classificação dos selecionados

Trabalho	Metodologia	Entrada de Dados	Saída de Dados	Testes com Usuário
[28]	UCD	Toque ou Multitoque	Multimodal	Sim
[41]	Proposto no Artigo	Teclado e Mouse	Gráfica	Não
[12]	UCD	Toque ou Multitoque	Gráfica	Sim
[4]	PD	Multimodal	Multimodal	Sim
[33]	UCD adaptado	Teclado e Mouse	Multimodal	Não

Entre os trabalhos selecionados, dois apresentam proposta de metodologia desenvolvida especificamente para TEA [33, 41]. Hervás et al. [33] apresentaram a MeDeC@ (Methodology for the Development of Computer Assistive Technologies), uma metodologia UCD adaptada que cobre todo as tarefas necessárias para criar aplicações desde o levantamento de requisitos até a avaliação. O trabalho relata a dificuldade em adotar o Design Participativo como metodologia em casos de desenvolvimento de TA par autistas. Este obstáculo se deve a dificuldade de acesso ao usuário final durante os estágios do desenvolvimento. A metodologia MeDeC@ é construída a partir de três princípios básicos: (1) Personalização, (2) Interação com o usuários e *experts* e (3) Implementação Orientada a Serviço.

Esses princípios permeiam a ideia de criar algo personalizado e customável a necessidade de cada usuário [41]. É importante que soluções para pessoas com TEA sejam altamente configuráveis. A apresentação da interface e forma de interação com o aplicativo deve ser adaptável a fim de permitir que um conjunto maior de usuários possam usufruir do recurso desenvolvido [33]. Aplicando essa metodologia foi desenvolvido o *EmoTraductor*, uma aplicação web que detecta automaticamente a presença de cada uma das cinco emoções básicas (alegria, medo, raiva, tristeza e nojo) em um determinado texto, e o *ReadIt*, um *plug-in* que visa auxiliar pessoas com dificuldades de compreensão da linguagem escrita a navegar na Web. Ambas as aplicações tem todo seu ciclo de desenvolvimento e de validação detalhado no artigo.

Mascio et al. [41] propõem um *framework* metodológico baseado nos princípios de Pesquisa Ativa (*Action Research*). A Pesquisa Ativa é realizada de forma colaborativa entre os pesquisadores e uma organização "cliente", com a premissa de

que os processos sociais podem ser melhor estudados através da proposição de mudanças no processo e observação dos efeitos que essas mudanças acarretam [45]. O objetivo do *framework* é propor um modelo de processo cíclico, onde o mesmo processo é repetido até que o resultado desejado seja plenamente atingido [41]. No trabalho é esmiuçada cada uma das etapas do processo de desenvolvimento e apresentado um protótipo criado a partir do modelo estabelecido.

UCD é uma metodologia que permite que o perfil específico de usuário seja analisado e suas necessidades incorporadas em implementações de TA, com isso, objetiva-se o estímulo a apropriação tecnológica do usuário em ambientes virtuais de aprendizagem [13]. Cano et al. [12] e Fletcher-Watson et al. [28] apresentam o desenvolvimento de soluções tecnológicas que utilizam UCD como metodologia de desenvolvimento das aplicações. Em seu artigo, Cano et al. [12] destacam a relevância de implementar o *back-end* das aplicações seguindo o paradigma orientado a serviços, através do uso de *WebServices* que permitem que as implementações realizadas sejam utilizadas por diferentes propostas de ferramentas.

Fletcher-Watson et al. [28] apresentam o relato completo da concepção, criação e validação do processo de desenvolvimento de um aplicativo voltado a crianças autistas. No trabalho é detalhada cada fase do projeto, indo desde o método de coleta e análise de informações sobre o público alvo, definição da equipe de *experts*, esmiuçando a quantidade de membros, forma de intervenção e o papel de cada um no trabalho desenvolvido, definição da tecnologia, criação da interface e implementação da ferramenta. Dos trabalhos selecionados apenas [28] descreve um produto comercial.

Artoni et al. [4] destacam as dificuldades de realizar a validação do trabalho com o usuário final. No artigo é relatado o pequeno grupo de usuário no teste e a heterogeneidade entre eles, com níveis de compreensão e evolução diferentes. A generalização da solução apresentada pode acarretar em baixa adesão pelos profissionais que utilizam a tecnologia.

6 DISCUSSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A partir da leitura dos artigos recuperados pelo MSL foi possível constatar que, embora muitos esforços tenham sido empregados no sentido de prover soluções tecnológicas para desenvolver as habilidades de indivíduos autistas, ainda há muitas barreiras a serem superadas. A partir da realização do MSL foram elencadas variadas propostas de desenvolvimento de trabalhos voltados a TEA. Porém, a complexidade de criar soluções que abranjam um maior número de usuários, em conjunção com a grande diversidade de características de indivíduos com TEA, com diferentes grau de severidade e variadas comorbidades apresentadas, tornam o projeto restrito a um ou poucos usuários, não sendo difundido para comunidade autista em geral.

Os resultados deixam claro que é necessário desenvolver pesquisas que busquem criar aplicações com maior nível de personalização, provendo diferentes formas de interação e interface mais adequada possível ao público alvo. A maioria dos trabalhos apresentam a preocupação de utilizar recursos tecnológicos emergentes para estimular o uso das ferramentas propostas, tais como realidade aumentada, sensor de movimento, realidade virtual e novas tecnologias criadas especificamente para auxiliar o desenvolvimento dos usuários com TEA. Tais tecnologias visam aumentar o interesse dos usuários e tornar mais atrativa a TA proposta.

Como trabalhos futuros, pretende-se aplicar as metodologias apresentadas em [33] e [41] em projetos que visam criar TA para auxiliar alunos autistas da rede municipal de educação na cidade de Bagé. Ao final do processo pretende-se avaliar as etapas da metodologia aplicada, verificando quais etapas foram efetivas para a implementação do trabalho e o que deve ser ajustado para a realidade onde o trabalho está sendo desenvolvido.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um Mapeamento Sistemático da Literatura acerca de Tecnologia Assistiva para auxiliar usuários autistas no acesso a TICs. Este MSL é parte de um Mapeamento Sistemático da Literatura que envolveu o uso de TA

por deficientes visuais e portadores do Transtorno do Espectro Autista no uso de TICs. A realização do MSL permitiu a proposição de uma taxonomia para a área de pesquisa estudada, a qual é composta por grau de severidade, tipo de solução desenvolvida, finalidade do trabalho e faixa etária para a qual a solução foi criada.

Os resultados obtidos apresentam soluções que usam a TA para auxiliar usuários com TEA a desenvolver suas habilidades no âmbito terapêutico e educacional. Para fins terapêuticos foram encontrados trabalhos para 7 áreas de tratamento diferentes ressaltando a diversidade de comorbidades que a TA pode auxiliar dentro do espectro autista. 25 dos 47 trabalhos analisados são voltados exclusivamente para crianças, o que indica a tendência de se propor aplicações que auxiliem o tratamento precoce do autismo. Quanto ao grau de severidade, apenas 19% dos trabalhos são restritos um grau específico do autismo, a maioria das soluções prefere desenvolver trabalhos com propósito geral ou não cita explicitamente no trabalho as limitações do uso das soluções propostas.

Quanto ao tipo de solução desenvolvida, a análise permitiu identificar 33 trabalhos que propuseram o desenvolvimento de protótipos funcionais voltados ao auxílio de TEA. Destes, 13 utilizando entrada e saída multimodal, destacando a grande variedade de dispositivos adotados para prover ferramentas tecnológicas eficientes que possam estimular o usuário, auxiliando-os a desenvolver suas habilidades.

Analisando o processo envolvido durante o MSL, o resultado ajudou a traçar o mapa geral da área de pesquisa, qualitativamente, destacando um número significativo de trabalhos em andamento nesta área. O próximo passo neste trabalho é a identificação de focos de trabalho específicos para que os resultados possam ser ampliados.

Por fim, certas decisões podem ter afetado o resultado deste MSL. A escolha das bases de dados é um fator de risco, visto que foi limitada a 4 repositórios e a trabalhos vinculados a área da Computação. Trabalhos relacionados a usabilidade e acessibilidade de TA podem ter ficado de fora devido a esta restrição. O processo de busca e limitação de trabalhos para a língua inglesa, os critérios de inclusão e de exclusão, além da própria avaliação de pertinência dos autores também restringiram os resultados alcançados, podendo ter deixado algum trabalho relevante de fora.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense.

REFERÊNCIAS

- [1] NBR ISO/IEC 9126-1. 2003. *Engenharia de Software: Qualidade de produto. Parte 1: Modelo de Qualidade*.
- [2] Khaled Albusays, Stephanie Ludi, and Matt Huenerfauth. 2017. Interviews and observation of blind software developers at work to understand code navigation challenges. In *Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. 91–100.
- [3] Bushra Alkadhi, Ghadah Alnafisi, Layan Aljowair, Leena Alotaibi, Nouf Alduaiji, and Raghad Alhumood. 2020. Co-design of Augmented Reality Storybooks for Children with Autism Spectrum Disorder. In *International Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, 3–13.
- [4] Silvia Artoni, Luca Bastiani, Maria Claudia Buzzi, Marina Buzzi, Olivia Curzio, Susanna Pelagatti, and Caterina Senette. 2018. Technology-enhanced ABA intervention in children with autism: a pilot study. *Universal Access in the Information Society* 17, 1 (2018), 191–210.
- [5] Simone Barbosa and Bruno Silva. 2010. *Interação humano-computador*. Elsevier Brasil.
- [6] Benoît Bossavit and Sarah Parsons. 2016. Designing an educational game for and with teenagers with high functioning autism. In *Proceedings of the 14th Participatory Design Conference: Full papers-Volume 1*. 11–20.
- [7] LouAnne E Boyd, Alejandro Rangel, Helen Tomimbang, Andrea Conejo-Toledo, Kanika Patel, Monica Tentori, and Gillian R Hayes. 2016. SayWAT: Augmenting face-to-face conversations for adults with autism. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 4872–4883.
- [8] LouAnne E Boyd, Kathryn E Ringland, Heather Faucett, Alexis Hiniker, Kimberley Klein, Kanika Patel, and Gillian R Hayes. 2017. Evaluating an iPad game to address overselectivity in preliterate AAC users with minimal verbal behavior. In *Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. 240–249.

- [9] Karina da Silva Castelo Branco, Valéria Maria da S Pinheiro, Adriana Lopes Damian, and Anna Beatriz Marques. 2020. Investigating the first user experience and accessibility of educational applications for autistic children. In *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 1–10.
- [10] Sabeel Butt, Fazal E Hannan, Mujahid Rafiq, Ibrar Hussain, CM Faisal, and Waleed Younas. 2020. Say-It & Learn: Interactive Application for Children with ADHD. In *International Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, 213–223.
- [11] Murilo C Camargo, Tathia CP Carvalho, Rodolfo M Barros, Vanessa TO Barros, and Matheus Santana. 2019. Improving Usability of a Mobile Application for Children with Autism Spectrum Disorder Using Heuristic Evaluation. In *International Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, 49–63.
- [12] Sandra Cano, Angielimar Palta, Fabian Posso, and Victor M Peñeñory. 2017. Towards designing a serious game for literacy in children with moderate cognitive disability. In *Proceedings of the XVIII International Conference on Human Computer Interaction*. 1–5.
- [13] Márcia Coelho Cardoso. 2020. *Apropriação tecnológica e design centrado no aluno no contexto de ambientes virtuais de aprendizagem*. Master's thesis. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- [14] Rafael Cunha Cardoso. 2019. Um arcabouço de referência para concepção de soluções de tecnologia assistiva de alto nível. (2019).
- [15] Serena Caria, Fabio Paternò, Carmen Santoro, and Valentina Semucci. 2017. Supporting Young High-Functioning ASD Individuals in Learning the Concept of Money. In *International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good*. Springer, 374–384.
- [16] Karina Caro, Mónica Tentori, Ana I Martinez-Garcia, and Marina Avelais. 2017. Using the FroggyBobby exergame to support eye-body coordination development of children with severe autism. *International Journal of Human-Computer Studies* 105 (2017), 12–27.
- [17] Andréia R Casare, Regina LO Moraes, and Celmar G Silva. 2017. Accessibility Guidelines for the Use of Tablets by Elderly: Evaluation of Proposed Changes to WCAG. In *Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 1–10.
- [18] Deborah L Christensen, Jon Baio, Kim Van Naarden Braun, Deborah Bilder, Jane Charles, John N Constantino, Julie Daniels, Maureen S Durkin, Robert T Fitzgerald, Margaret Kurzius-Spencer, et al. 2016. Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2012. *MMWR Surveillance Summaries* 65, 3 (2016), 1.
- [19] Helen Beatriz Marques Chrysostomo. 2021. Síndrome de asperger: a singularidade da criança e a importância ativa do psicopedagogo na educação. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação* 7, 2 (2021), 15–15.
- [20] Franceli L Cibrian, Melisa Madrigal, Marina Avelais, and Monica Tentori. 2020. Supporting coordination of children with ASD using neurological music therapy: A pilot randomized control trial comparing an elastic touch-display with tambourines. *Research in Developmental Disabilities* 106 (2020), 103741.
- [21] Rafael F Cordeiro, Williby S Ferreira, Yuska PC Aguiar, Juliana AG Saraiva, Carole Tardif, and Edith Galy. 2018. The Brazilian challenge to accessibility and digital inclusion for people with autistic spectrum disorders. In *proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 1–9.
- [22] Comitê de Ajudas Técnicas. 2009. Tecnologia assistiva. *Brasília: Corde* (2009).
- [23] Tatiany Xavier de Godoi, Laura Sánchez Garcia, and Natasha Malveira Costa Valentim. 2020. Evaluating a usability, user experience and accessibility checklist for assistive technologies for deaf people in a context of mobile applications. In *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 1–10.
- [24] Diego Dermeval, Jorge AP de M Coelho, and Ig Ibert BITTENCOURT. 2019. Mapeamento sistemático e revisão sistemática da literatura em informática na educação. *JÁQUES, Patrícia Augustin; PIMENTEL, Mariano; SIQUEIRA, Sean; BITTENCOURT, Ig.(Org.) Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Abordagem Quantitativa de Pesquisa. Porto Alegre: SBC* (2019).
- [25] Jared Duval, Zachary Rubin, Elena Márquez Segura, Natalie Friedman, Milla Zlatanov, Louise Yang, and Sri Kurniawan. 2018. Spokelt: building a mobile speech therapy experience. In *Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. 1–12.
- [26] Pernille Dyrbjerg, Maria Vedel, and Lennart Pedersen. 2007. *Everyday education: Visual support for children with autism*. Jessica Kingsley Publishers.
- [27] Sandra Fabbri, Cleiton Silva, Elis Hernandez, Fábio Octaviano, André Di Thommazo, and Anderson Belgamo. 2016. Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process. In *Proceedings of the 20th international conference on evaluation and assessment in software engineering*. 1–5.
- [28] Sue Fletcher-Watson, Helen Pain, Sean Hammond, Aly Humphry, and Helen McConachie. 2016. Designing for young children with autism spectrum disorder: A case study of an iPad app. *International Journal of Child-Computer Interaction* 7 (2016), 1–14.
- [29] Rafael José Geraldo. 2016. *Um auxílio à navegação acessível na web para usuários cegos*. Ph.D. Dissertation. São Carlos (SP): Teses de Doutorado em Ciências da Computação e Matemática Computacional da Universidade de São Paulo.
- [30] Dayanne Gomes, Nathasha Pinto, Aurea Melo, Ivana Maia, Anselmo Paiva, Raimundo Barreto, Davi Viana, and Luis Rivero. 2021. Developing a Set of Design Patterns Specific for the Design of User Interfaces for Autistic Users. In *Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. 1–7.
- [31] MM Gomes. 2018. Fatores que facilitam e dificultam a aprendizagem. *Revista Educação Pública, Rio de Janeiro* 18, 14 (2018), 28–38.
- [32] Cirano Gonçalves, Tânia Rocha, Arsénio Reis, and João Barroso. 2017. AppVox: an application to assist people with speech impairments in their speech therapy sessions. In *World conference on information systems and technologies*. Springer, 581–591.
- [33] Raquel Hervás, Virginia Francisco, Gonzalo Méndez, and Susana Bautista. 2019. A user-centred methodology for the development of computer-based assistive technologies for individuals with autism. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, 85–106.

- [34] Keita Higuchi, Soichiro Matsuda, Rie Kamikubo, Takuya Enomoto, Yusuke Sugano, Junichi Yamamoto, and Yoichi Sato. 2018. Visualizing gaze direction to support video coding of social attention for children with autism spectrum disorder. In *23rd International Conference on Intelligent User Interfaces*. 571–582.
- [35] Muhamad Fairus Kamaruzaman, Nurdalilah Mohd Rani, Harrinni Md Nor, and Mustafa Halabi Haji Azahari. 2016. Developing user interface design application for children with autism. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 217 (2016), 887–894.
- [36] Yiannis Koumpouros and Thomas Toulas. 2020. User centered design and assessment of a wearable application for children with autistic spectrum disorder supporting daily activities. In *Proceedings of the 13th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. 1–9.
- [37] Maico Krause and Macilon Araújo Costa Neto. 2021. Systematic mapping of the literature on mobile apps for people with Autistic Spectrum Disorder. In *Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*. 45–52.
- [38] Carolina Lampreia. 2007. A perspectiva desenvolvimentista para a intervenção precoce no autismo. *Estudos de Psicologia (Campinas)* 24 (2007), 105–114.
- [39] Sanish Manandhar, Sushana Bajracharya, Sanjeev Karki, and Ashish Kumar Jha. 2019. Hand Gesture Vocalizer for Dumb and Deaf People. *SCITECH Nepal* 14, 1 (2019), 22–29.
- [40] Tania Di Mascio and Laura Tarantino. 2020. The structured methodological framework “deejay”: foundation and its application to the design of an ASD-oriented AAC tool. In *Project and Design Literacy as Cornerstones of Smart Education*. Springer, 247–259.
- [41] Tania Di Mascio, Laura Tarantino, Lidia Cirelli, Sara Peretti, and Monica Mazza. 2018. Designing a personalizable ASD-oriented AAC tool: an action research experience. In *International Conference in Methodologies and intelligent Systems for Technology Enhanced Learning*. Springer, 200–209.
- [42] Elisa Yumi Nakagawa, Kátia Romero Felizardo Scannavino, Sandra Camargo Pinto Ferraz Fabbri, and Fabiano Cutigi Ferrari. 2017. Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática. (2017).
- [43] Otilio P da S Neto, VHV Sousa, BG BATISTA, GBCF SANTANA, and OBMJ JUNIOR. 2013. G-TEA: Uma ferramenta no auxílio da aprendizagem de crianças com Transtorno do Espectro Autista, baseada na metodologia ABA. *SBC-Proceedings of SBGames* (2013).
- [44] Steven N Shapse. 2008. The diagnostic and statistical manual of mental disorders. *Last modified* (2008).
- [45] Wolfgang Thormann, Jitka Caslavská, Michael C Breadmore, and Richard A Mosher. 2009. Dynamic computer simulations of electrophoresis: Three decades of active research. *Electrophoresis* 30, S1 (2009), S16–S26.
- [46] Jelle Van Dijk and Caroline Hummels. 2017. Designing for embodied being-in-the-world: Two cases, seven principles and one framework. In *Proceedings of the eleventh international conference on tangible, embedded, and embodied interaction*. 47–56.
- [47] Katherine Wang, Bingqing Zhang, and Youngjun Cho. 2020. Using Mobile Augmented Reality to Improve Attention in Adults with Autism Spectrum Disorder. In *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1–9.
- [48] Hanan Makki Zakari, Matthieu Poyade, and David Simmons. 2017. Sinbad and the Magic Cure: A serious game for children with ASD and auditory hypersensitivity. In *International Conference on Games and Learning Alliance*. Springer, 54–63.