

Ferramentas Computacionais como Soluções Viáveis para Alfabetização e Comunicação Alternativa de Crianças Autistas: Um Mapeamento Sistemático sobre as Tecnologias Assistivas Existentes

Elmo Francisco da Silva Junior¹, Kamila Rios da Hora Rodrigues¹

¹Departamento de Computação – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Rod. Washington Luiz, s/n, São Carlos – SP – Brazil

{elmo.silva, kamila.rios}@gmail.com

Abstract. *Students with Autistic Spectrum Disorder (ASD), due to the neurodevelopmental deficits characteristic of the syndrome, may have difficulties in learning, communication and social interaction. With the advancement of ICTs these barriers can be reduced, especially with the use of computational tools developed with the objective of allowing the student to achieve greater independence and better results in the school environment. This paper describes a Systematic Mapping carried out in the literature to understand which assistive technologies have been used and what advances have been made with the mediation of technological resources in the teaching of students with ASD. The results indicate that computer systems have been used satisfactorily in the teaching of autistic children, but there are few assistive technologies developed based on accessibility and usability guidelines and also supported by effective intervention methods that act as mediators in teaching-learning processes and alternative communication of autistic children in school environment.*

Resumo. *Alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), devido aos déficits de neurodesenvolvimento característicos da síndrome, podem apresentar dificuldades no aprendizado, na comunicação e interação social. Com os avanços das TICs essas barreiras podem ser amenizadas, especialmente com o emprego de ferramentas computacionais desenvolvidas com o objetivo de permitir que o aluno consiga maior independência e possa apresentar melhores resultados no âmbito escolar. Este trabalho descreve um Mapeamento Sistemático realizado na literatura para entender quais tecnologias assistivas têm sido utilizadas e quais os avanços obtidos com a mediação dos recursos tecnológicos no ensino de alunos com TEA. Os resultados apontam que sistemas computacionais têm sido usados de forma satisfatória no ensino de crianças autistas, mas poucas são as tecnologias assistivas desenvolvidas com o amparo em diretrizes de acessibilidade, usabilidade e respaldadas por métodos de intervenção efetivos e que atuem como mediadores nos processos de ensino-aprendizagem e comunicação alternativa de crianças autistas em ambiente escolar.*

1. Introdução

Os avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) possibilitaram a transformação de processos nas mais variadas áreas da ciência. Com as melhorias advindas dessa evolução, coube aos profissionais da educação o importante papel de inserir essas tecnologias no ambiente escolar, integrando-as aos projetos pedagógicos já existentes. Os educadores, no entanto, têm enfrentado desafios sobremaneira ao se depararem com crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), uma vez que os métodos convencionais de ensino não têm demonstrado eficácia na inclusão dessas crianças nas classes regulares de ensino.

O TEA é uma síndrome do neurodesenvolvimento que se manifesta, na maioria dos casos, nos primeiros três anos de vida das crianças, tendo prevalência nos indivíduos do sexo masculino.

Segundo Baron-Cohen, Golan e Ashwin (2009) indivíduos com TEA apresentam déficits nas relações interpessoais, nas habilidades comunicativas, movimentos estereotipados, interesses restritos e dificuldades em compreender emoções. Estima-se que a prevalência de diagnósticos de autismo seja, de acordo com o *Centers for Disease Control and Prevention* (2018), de 1 caso para cada 59 crianças americanas, indicando um aumento de 15% em comparação aos dados obtidos em 2014, em que a proporção era de 1 caso a cada 68 crianças. No Brasil, apesar de não se ter uma avaliação da quantidade de casos, estima-se que aproximadamente um milhão e duzentos mil indivíduos tenham o TEA [Mello et al., 2013 *apud* Pradi, 2016].

Sintomas característicos do TEA se tornam obstáculos nos processos de aprendizagem, entre eles: a ausência de comunicação ou formação de frases desconexas, dificuldades de concentração, déficits motores e desinteresse pelo registro das atividades em sala de aula. Técnicas de ensino baseadas no programa *Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children* (TEACCH), Sistemas de Comunicação Aumentativa e Alternativa (SCAA) (e.g. PECS¹, Makaton², Bliss³, entre outros) e terapia comportamental *Applied Behavior Analysis* (ABA), demonstraram resultados positivos no seu uso quando em processos de ensino dessas crianças [Brito, 2016].

Apesar do processo de desenvolvimento de sistemas de informação específicos para indivíduos com autismo ser incipiente, este trabalho procurou realizar uma análise na literatura sobre a possibilidade de ganhos significativos em se inserir tecnologias assistivas na sala de aula e nos atendimentos multidisciplinares dessas crianças. Estudos anteriores demonstraram que crianças com TEA respondem bem ao aprendizado por meio de computador, pois são estimulados pelos recursos audiovisuais possibilitados pelas tecnologias assistivas, permitindo uma melhor integração sócio educacional dessas crianças [Barbosa, 2009], [Brito, 2016]. Segundo Barbosa (2009), indivíduos com TEA aceitam melhor conteúdos visuais por meio do computador do que por comandos verbais, e a utilização de PECS (*Picture Exchange Communication System*), por exigirem habilidades cognitivas menores, torna-se facilitadoras no ensino dessas crianças ao ampliarem os processos de comunicação alternativa.

Neste contexto, este trabalho procurou entender a importância da inserção das TICs como ferramentas mediadoras no processo de ensino-aprendizagem e comunicação alternativa de crianças diagnosticadas com o TEA, na educação infantil e nos primeiros anos do ensino fundamental, com um olhar sobre a inclusão desses alunos no meio escolar. A pesquisa buscou analisar ainda, se as ferramentas computacionais, desenvolvidas com atenção aos requisitos, diretrizes e padrões específicos para o uso educacional por crianças com TEA podem contribuir de forma significativa no processo de ensino-aprendizagem e aquisição de comunicação alternativa para essas crianças, em especial, àquelas com disfunção da fala. Para auxiliar no reconhecimento do escopo da pesquisa e a aplicabilidade de algumas das tecnologias, como forma de aperfeiçoamento dos métodos educacionais, uma análise prévia da literatura buscou levantar informações a respeito das características e déficits apresentados pelas crianças com TEA. Esse estudo prévio também tentou identificar os avanços da educação inclusiva e das tecnologias assistivas como recursos auxiliares no processo de ensino-aprendizagem. Por fim, o estudo tentou identificar diretrizes e recomendações específicas para o desenvolvimento de soluções de apoio aos indivíduos em questão.

As demais seções desse artigo estão divididas como segue: a Seção 2 descreve os referenciais teóricos utilizados no trabalho. A Seção 3 discute os resultados de um estudo preliminar na literatura que buscou identificar os modelos de sistemas de comunicação

¹ <http://www.pecs.com/>

² <https://www.makaton.org/>

³ <http://www.blissymbolics.org/>

aumentativa e alternativa comumente utilizados em métodos de intervenção tradicionais para aplicação em indivíduos com autismo. A Seção 4 descreve um Mapeamento Sistemático (MS) realizado na literatura para identificar o estado da arte em relação às tecnologias assistivas utilizadas atualmente. A Seção 5, por fim, apresenta a exposição das considerações finais e contribuições relevantes que foram obtidas com a realização do estudo por meio do MS.

2. Referencial Teórico

O Transtorno do Espectro Autista é definido como sendo um transtorno do neurodesenvolvimento que, segundo a Organização Mundial de Saúde [OMS, 2017], afeta aproximadamente uma a cada 160 crianças no mundo. De acordo com a *American Psychiatric Association* [APA, 2014], a proporção de crianças nascidas nos Estados Unidos e diagnosticadas com TEA é ainda maior, onde uma a cada cinquenta e nove crianças é diagnosticada com a síndrome, evidenciando uma prevalência de casos quatro vezes maior no gênero masculino em relação ao feminino. Há indicações que os diagnósticos confirmados para o transtorno tenham aumentado em torno de 600% em aproximadamente 20 anos [APA, 2014]. No Brasil não há uma mensuração exclusiva dos casos de diagnósticos de indivíduos com TEA, no entanto, de acordo com a Organização das Nações Unidas [ONU, 2015], estima-se que cerca de 70 milhões de pessoas possuem o TEA, 1% da população mundial, o que indica que aproximadamente 2 milhões de indivíduos são acometidos pela síndrome no território brasileiro.

Indivíduos diagnosticados com o TEA, em geral, possuem déficits comportamentais que se manifestam pela dificuldade de interação social, movimentos repetitivos e estereotipados, atraso ou ausência definitiva de linguagem, repetições de palavras (Ecolalias), dificuldade no estabelecimento de contato visual, fixação exacerbada por determinados objetos e rotinas rígidas. Tais características são observadas antes dos três anos de idade [Barbosa, 2009], [Brito, 2016]. Esses indivíduos apresentam ainda, déficits sociocomunicativos, tendem ao isolamento e possuem interesses restritos. A disfunção da fala é uma característica comumente observada nas crianças autistas, característica essa que segundo Barbosa (2009) tende a permanecer em grande parte dos indivíduos autistas, motivo pelo qual a comunicação alternativa por meio de símbolos e figuras pode se tornar uma solução de intervenção útil para essas pessoas. Devido aos déficits cognitivos manifestados nos indivíduos com TEA - o que dificulta o aprendizado - sistemas de comunicação alternativa e ampliada tornam-se recursos válidos, pois exigem habilidades cognitivas menores para a sua utilização. Logo, essas ferramentas são instrumentos facilitadores no processo de ensino-aprendizagem, contribuindo assim, para a inclusão das crianças.

Vários são os obstáculos encontrados por educadores para a inserção de crianças com Necessidades Educacionais Especiais (NEE), entre eles: recursos insuficientes, falhas no processo tradicional de ensino-aprendizagem, ausência de capacitação dos professores e mediadores. Esses obstáculos impossibilitam muitas vezes que sejam realizados os enfrentamentos aos problemas que permeiam a educação inclusiva [Brito, 2016]. Para que uma criança com necessidades especiais seja inserida no ambiente escolar, é necessário um planejamento de toda a estrutura logística e multidisciplinar que permitirá que essa criança tenha um atendimento de qualidade. É necessário, portanto, que o educador conheça a fundo as características das deficiências e restrições de cada criança atendida na escola, logo, exige-se um vasto e contínuo conhecimento por parte desse educador. Contudo, poucas instituições de ensino superior incluem nos currículos de seus cursos disciplinas que possibilitem uma formação adequada do professor para o atendimento de crianças com NEE. Uma prestação de serviços demanda que o professor participe de eventuais palestras ou cursos, e que tenha uma formação qualificada e integrada [Sant'ana, 2005].

A participação da família no processo de inclusão dessas crianças, em uma escola regular ou especializada, é fator essencial para que as ações desenvolvidas sejam efetivas. As atividades desempenhadas na escola precisam de continuidade no ambiente familiar, bem como os registros diários da rotina das crianças devem ser transmitidos ao educador, para que esse possa ter o *feedback* das atividades e possa avaliar a eficácia dos métodos aplicados. Uma educação inclusiva exige, portanto, uma adequação do projeto pedagógico e atividades escolares que atendam às características individuais dos estudantes com NEE [Belther, 2018].

Alguns métodos têm sido aplicados em crianças com TEA como forma de obter melhorias em suas habilidades sociais e cognitivas, especialmente nos processos de comunicação, interação e retirada de estereótipias indesejadas. Destacam-se neste contexto, métodos que possuem eficácia comprovada no tratamento desses indivíduos, dentre os quais estão: a equoterapia, terapia ocupacional, sistemas de comunicação alternativa aumentativa, musicoterapia, prática de esportes e aplicações baseadas em teorias comportamentais (e.g. TEACCH e ABA). Os métodos de intervenção TEACCH e ABA têm sido amplamente utilizados no ambiente escolar, fornecendo resultados considerados surpreendentes [Brito, 2016].

2.1. Diretrizes e Recomendações de Acessibilidade e Usabilidade

Diretrizes (ou *Guidelines*) no âmbito do desenvolvimento de sistemas computacionais, são padrões, regras ou orientações que permitem que o design das interfaces desenvolvidas seja funcional e atenda aos anseios do público alvo. Essas recomendações auxiliam os projetistas a desenvolverem produtos com qualidade superior. Diversas diretrizes têm sido definidas para a construção de ambientes *Web* com foco na acessibilidade. As recomendações do *World Wide Web Consortium* (W3C⁴), consórcio que se encarrega do estabelecimento de padrões para desenvolvimento *Web*, são um exemplo. Especificamente para acessibilidade o W3C oferece a *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG⁵). Há também ferramentas automatizadas desenvolvidas com o propósito de auxiliar na análise dos requisitos de acessibilidade.

Desenvolver interfaces que permitam a sua utilização por indivíduos com necessidades especiais é um grande desafio e tem sido assunto principal de várias pesquisas na área de IHC (Interação Humano-Computador). Mesmo com um expressivo aumento na quantidade de pesquisas relacionadas à acessibilidade e inclusão digital de pessoas com deficiência, ainda há muito a se evoluir nesta área. Especificamente para indivíduos com TEA, Britto (2016) criou o GAIA⁶ (Guia de Acessibilidade de Interfaces Web com foco em aspectos do Autismo). Tal guia, oferece recomendações, por meio de *guidelines*, sobre padrões de design específicos para pessoas com deficiências cognitivas, com destaque especial às crianças com autismo. As recomendações do GAIA possibilitam aos desenvolvedores a criação de sistemas para esse público tendo como referência os critérios estabelecidos e as boas práticas de construção definidos no guia [Britto; Pizzolato, 2018]. As 28 recomendações do projeto são subdivididas em 10 categorias: Vocabulário visual e textual, Customização, Engajamento, *Affordance*, Representações redundantes, Multimídia, Respostas às ações, Interação com tela sensível ao toque, Informar o estado atual do sistema e Navegabilidade [Britto, 2016]. O trabalho de Britto (2016) é hoje uma das principais referências no assunto.

3. Sistemas de Comunicação Aumentativa e Alternativa (SCAA)

Tecnologias assistivas têm sido desenvolvidas com o objetivo de permitir que pessoas com distúrbios de comunicação possam superar as limitações impostas pela deficiência, seja essa temporária ou definitiva. Os SCAAs, também chamados na literatura de Comunicação

⁴ <https://www.w3.org/>

⁵ <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

⁶ Projeto Gaia. <http://talitapagani.com/gaia/>

Alternativa e Ampliada [Nunes, 2003], têm o propósito de facilitar esse processo e possibilitar a aquisição de um canal de comunicação e interação eficaz. Esses sistemas podem ou não utilizar ferramentas computacionais como facilitadoras. Os SCAAs mais utilizados, segundo Ávila e Passerino (2011), são: Bliss, PECS e PIC.

A comunicação aumentativa é aquela que é destinada a indivíduos que possuem comunicação, mas que não ocorre de forma funcional, funcionando de forma complementar. A comunicação é considerada alternativa quando é destinada aos indivíduos que não possuem nenhum tipo de comunicação. A comunicação aumentativa e alternativa é definida como sendo uma forma de comunicação por meio de gestos, símbolos, sinais, pranchas de comunicação, vocalizadores ou auxílio de computador. Recursos tecnológicos como *tablets*, sintetizadores de fala e softwares específicos têm demonstrado efetividade no processo de aquisição da comunicação. Alguns dos sistemas de comunicação aumentativa e alternativa, incluem: PECS, Makaton, SPC, Rebus e Bliss. A seguir, para fins ilustrativos, o sistema PECS é brevemente descrito.

Um PECS – Sistema de Comunicação por Troca de Figuras - é um método de comunicação que ocorre por meio de troca de figuras, sendo conhecido pela comunidade científica, mediadores e por profissionais que lidam com crianças autistas. É reconhecido por sua simplicidade e é o método de comunicação alternativa mais utilizado por crianças autistas em todo o mundo [Barbosa, 2009]. As PECS permitem que os indivíduos com TEA consigam, de forma autônoma, interagir com outra pessoa, permitindo a assimilação em virtude do emprego de um conjunto de imagens disponíveis em seu acervo pessoal, podendo essa coletânea de imagens fazer parte de uma simples pasta escolar, com auxílio de velcros, ou estarem essas armazenadas em um banco de dados de um sistema computacional. A principal e maior vantagem das PECS é a escalabilidade das imagens de acordo com as necessidades individuais. A Figura 1 ilustra um modelo de imagem utilizado em um sistema PECS.



Figura 1. Modelo de intervenção PECS. Fonte: de <http://www.universoautista.com.br/autismo/modules/works/item.php?id=14>.

Os métodos de intervenção para pessoas com necessidades especiais usando SCAAs aperfeiçoam a aquisição de habilidades comunicativas que são importantes para o desenvolvimento interpessoal e para a exteriorização do pensamento. Cada SCAA se adequa melhor a determinado usuário, de acordo com suas deficiências e propostas do método de intervenção, exigindo uma análise criteriosa do cenário de uso para a escolha da ferramenta. Crianças com TEA são predispostas a despertar maior interesse por recursos visuais, o que pode indicar que métodos com maior acervo de imagens, símbolos, cores e formas (PECS, SPC e Bliss, por exemplo), são mais adequados para esses indivíduos. Sistemas de comunicação alternativa de alta tecnologia, com o apoio de computadores e softwares específicos, podem favorecer a escalabilidade das imagens no acervo desses métodos, além de permitirem a associação aos

recursos de multimídia, sensores e sintetizadores de fala, ampliando a eficácia dessas intervenções, de forma a facilitar a portabilidade desses recursos para ambientes distintos, dentre os quais a escola. Outra vantagem do uso de sistemas computacionais em comparação aos métodos tradicionais é a facilidade de personalização das atividades e dos recursos audiovisuais, podendo os registros de interesse serem feitos a partir da própria câmera de um dispositivo móvel.

Esses são resultados preliminares dos estudos feitos no contexto citado. A seção a seguir apresenta o relato de um Mapeamento Sistemático (MS) Kitchenham *et al.* (2006) conduzido com o objetivo de aprofundar as pesquisas sobre tecnologias assistivas voltadas ao público com TEA.

4. Mapeamento Sistemático - MS

A fim de se realizar o levantamento do estado da arte em relação às tecnologias assistivas que têm sido desenvolvidas e utilizadas nos processos de alfabetização e comunicação alternativa de crianças diagnosticadas com o Transtorno do Espectro Autista, um mapeamento sistemático foi conduzido. Estes autores partiram da hipótese de que tais ferramentas têm obtido resultados satisfatórios para inclusão de alunos com TEA. Buscou-se com o mapeamento entender quais são os métodos de intervenção usados para o aperfeiçoamento das habilidades comunicativas e dos processos de ensino-aprendizagem do aluno autista, bem como quais diretrizes de acessibilidade e usabilidade têm sido utilizadas durante o desenvolvimento das soluções.

A adoção do MS como metodologia para um estudo exploratório da literatura permitiu a investigação de possíveis lacunas em relação ao desenvolvimento de soluções que estão sendo aplicadas em ambiente escolar como forma de aperfeiçoar o aprendizado de crianças autistas em fase de alfabetização. Na etapa de planejamento do MS foi elaborada uma *string* de busca com os operadores booleanos (AND/OR), contemplando quatro bases acadêmicas disponíveis por meio do Portal de Periódicos da CAPES, sendo elas: ACM *Digital Library*, IEEE Xplore, SCOPUS e Springer *Link*, bases de acesso disponível pela instituição a qual os autores fazem parte. A escolha das bases também se justifica pela importância dos trabalhos das mesmas no contexto internacional.

As questões de pesquisa que nortearam o mapeamento incluíram: Q1 - Qual tipo de tecnologia tem sido utilizado na alfabetização ou comunicação alternativa de crianças autistas? Q2 - Quais métodos de intervenção estão sendo usados para o desenvolvimento das ferramentas computacionais? Q3 - Para qual(is) plataforma(s) as tecnologias/softwarewares para este contexto estão sendo desenvolvidas? Q4 - Qual(is) diretriz(es) de acessibilidade ou usabilidade está(ão) sendo usada(s) para o desenvolvimento dos sistemas/tecnologias utilizadas pelos usuários com TEA? Q5 - Quais vantagens são reportadas na literatura para o uso de tecnologias no aprendizado dos autistas?

Três critérios de inclusão foram definidos: CI-1: artigos vinculados às Conferências, Periódicos e *Workshops* das respectivas bases; CI-2: artigos disponibilizados *on-line* pela Internet e com permissão de acesso; CI-3: trabalhos disponibilizados na versão completa (*full text*). Sete critérios de exclusão foram definidos: CE1 - trabalhos que não fossem especificamente relacionados aos indivíduos com TEA; CE2 - trabalhos que não estivessem destinados às crianças portadoras do TEA com idade entre 3 a 11 anos; CE3 - trabalhos publicados antes do ano de 2010; CE4 - tecnologias ou *softwarewares* que não se destinassem à alfabetização ou comunicação alternativa visando melhorias no processo de ensino aprendizagem no ambiente escolar; CE5 - artigos escritos em outro idioma diferente do inglês ou português; CE6 - artigos que já tivesse sido considerados anteriormente (duplicado, cópia ou versão mais antiga); CE7 - trabalhos que não englobassem assuntos relacionados à utilização, desenvolvimento, prototipagem, avaliação ou testes de tecnologias da informação, sistemas de informação, *softwarewares* e correlatos.

A *string* de busca principal definida para o MS foi: (AUTISM) AND (CHILD) AND (TECHNOLOGY) AND (COMMUNICATION OR DIDACTIC OR LITERACY). Na ACM essa *string*

retornou 22 trabalhos. Na base da SCOPUS, devido aos vários registros retornados, houve a necessidade do uso do operador booleano AND, relacionando-se com os termos "Literacy" e "Alternative Communication". A *string* resultante foi: "ASD" AND "CHILD" AND "TECHNOLOGY" AND "LITERACY" AND "ALTERNATIVE COMMUNICATION" (87 trabalhos retornados). De modo semelhante, na base da Springer, além dos termos utilizados para busca na base SCOPUS, foi utilizado também o termo "Software" e o operador booleano OR, fazendo junção ao termo "Technology" como forma de filtrar os resultados retornados. A *string* final foi: (AUTISM AND CHILD AND (TECHNOLOGY OR SOFTWARE) AND "ALTERNATIVE COMMUNICATION" AND LITERACY), com 44 trabalhos retornados. Na IEEE a *string* utilizada foi: "AUTISM" AND "CHILD" AND "TECHNOLOGY" AND (COMMUNICATION OR DIDACTIC OR LITERACY), com 50 trabalhos retornados. Os termos utilizados para as *strings* foram restritos ao idioma inglês, haja vista que nos ensaios realizados nos mecanismos de busca das bases internacionais, os termos em português não demonstraram ter impacto nos resultados retornados.

As buscas automáticas foram realizadas nas quatro bases de interesse, entre outubro e novembro do ano de 2018, e foram previamente retornados 203. Após a realização da pré-seleção foram extraídos 24 trabalhos que atenderam aos critérios de inclusão definidos anteriormente e que não tinham infringido nenhum dos critérios de exclusão. Os títulos dos trabalhos selecionados são: [1] *Digital Strategies for Supporting Strengths-and Interests-based Learning with Children with Autism* (2017); [2] *MyWord: enhancing engagement, interaction and self-expression with minimally-verbal children on the autism spectrum through a personal audio-visual dictionary* (2018); [3] *Crescendo: Routine Learning App for Children with Autism Spectrum Disorders* (2016); [4] *To develop the Mandarin-phonetic-symbol communication aid for high-functioning autism children* (2014); [5] *Specialized Intervention Using Tablet Devices for Communication Deficits in Children with Autism Spectrum Disorders* (2017); [6] *Research on educative games for autistic children* (2014); [7] *Personalised avatar on social stories and digital storytelling: Fostering positive behavioural skills for children with autism spectrum disorder* (2016); [8] *Design projects motivated and informed by the needs of severely disabled autistic children* (2016); [9] *An IoT-Based System for Supporting Children with Autism Spectrum Disorder* (2013); [10] *Assistive Learning for Children with Autism Using Augmented Reality* (2013); [11] *Leo con lula, introducing global reading methods to children with ASD* (2018); [12] *Teaching literacy skills to french minimally verbal school-aged children with autism spectrum disorders with the serious game SEMA-TIC: An exploratory study* (2017); [13] *Implementing Tablet-Based Devices to Improve Communication Skills of Students With Autism* (2017); [14] *Can computer-assisted training of prerequisite motor skills help enable communication in people with autism?* (2016); [15] *iPads and the use of "apps" by children with autism spectrum disorder: Do they promote learning?* (2016); [16] *Using iPads to Teach Communication Skills of Students with Autism* (2015); [17] *User-centered design and augmentative and alternative communication apps for children with autism spectrum disorders* (2014); [18] *An iPad-Based Intervention for Teaching Picture and Word Matching to a Student with ASD and Severe Communication Impairment* (2014); [19] *Virtual and concrete manipulatives: A comparison of approaches for solving mathematics problems for students with autism spectrum disorder* (2014); [20] *Use of an iPad play story to increase play dialogue of preschoolers with autism spectrum disorders* (2013); [21] *Technology-enhanced ABA intervention in children with autism: a pilot study* (2018); [22] *Digital Books with Dynamic Text and Speech Output: Effects on Sight Word Reading for Preschoolers with Autism Spectrum Disorder* (2018); [23] *An Evaluation of a Mobile Application Designed to Teach Receptive Language Skills to Children with Autism Spectrum Disorder* (2018); [24] *Using Direct Instruction Flashcards and Reading Racetracks to Improve Sight Word Recognition of Two Elementary Students with Autism* (2013).

Observou-se que houve um crescimento significativo de trabalhos a partir do ano 2013 e mais intensamente a partir de 2016. Esse aumento pode ser justificado pelo crescimento no número de diagnósticos de crianças com o autismo, bem como o avanço das TICs corroborando com uma maior adesão devido às respostas positivas obtidas com a mediação da tecnologia nos processos de ensino-aprendizagem e comunicação alternativa de alunos com TEA. Tais resultados podem ter causado uma maior demanda por estudos e desenvolvimento de sistemas computacionais nessa área.

4.1. Análise dos Resultados do MS

Para cada questão de pesquisa elaborada, foi feita uma análise dos trabalhos que de alguma maneira respondem às mesmas. Essa análise é descrita a seguir.

Q1 - Qual tipo de tecnologia tem sido utilizado na alfabetização ou comunicação alternativa de crianças autistas?

Alguns trabalhos apresentam mais de um tipo de tecnologia incorporada à solução computacional, motivo pelo qual podem constar em mais de uma categoria. Verificou-se que as soluções tecnológicas que possuem maior cobertura nos trabalhos científicos são os softwares ou aplicativos educacionais (e.g. dicionários digitais, cadeias de palavras, narrativas digitais, construtores de imagens, agendas visuais, quebra-cabeças silábicos, manipuladores virtuais, livros digitais, cartões de instrução), descritos em aproximadamente 67% dos trabalhos avaliados, seguidos de jogos com 21%, sintetizadores ou geradores de fala com 17%, páginas *web* com 8%, sensores e realidade virtual com 4,2% de cobertura cada um.

Q2 - Quais métodos de intervenção estão sendo usados para o desenvolvimento das ferramentas computacionais?

Em relação ao desenvolvimento ou análise da ferramenta, embasados por algum método convencional de intervenção (e.g. ABA, PECS, SPC, MAKATON, etc.), verificou-se que apenas dez trabalhos citaram a utilização desses modelos tradicionais, sendo que desses trabalhos os Sistemas de Comunicação Aumentativa e Alternativa se destacaram com sete dos dez trabalhos que atendiam a essa questão.

Q3 - Para qual(is) plataforma(s) as tecnologias/softwarewares para este contexto estão sendo desenvolvidas?

Vinte e quatro trabalhos atendiam a essa questão. Observou-se que há uma prevalência em relação às tecnologias disponibilizadas para dispositivos móveis (19/24), do que para computadores *desktop* (5/24). Ressalta-se que a ampla maioria das aplicações foram desenvolvidas para o uso em *tablets*, em especial, para o modelo iPad da Apple. Algumas características foram relatadas nos trabalhos para justificar a escolha dos dispositivos móveis, são elas: portabilidade do dispositivo - permitindo o armazenamento e transporte na mochila escolar; a possibilidade de personalização das atividades é superior em comparação aos métodos convencionais; maior engajamento e retenção das crianças para realizar as atividades devido ao interesse pela tecnologia; facilidade no uso devido à tela com reposta ao toque (*touch screen*); uso da câmera para o registro de objetos de interesse; baixo custo e imagens combinadas com dicas auditivas.

Q4 - Qual(is) diretriz(es) de acessibilidade ou usabilidade está(ão) sendo usada(s) para o desenvolvimento dos sistemas/tecnologias utilizadas pelos usuários com TEA?

A questão 4 reflete uma significativa lacuna em relação ao desenvolvimento de soluções acessíveis para crianças com o TEA. Dos 24 trabalhos selecionados, apenas um mencionou ter embasado o desenvolvimento do sistema em diretrizes ou recomendações de acessibilidade e usabilidade. A solução proposta no referido trabalho foi desenvolvida para auxiliar a aprendizagem de crianças com TEA utilizando realidade aumentada, e permite o registro de imagens reais do cotidiano da criança, associando-as a recursos multimídia e renderização tridimensional.

Q5 - Quais vantagens são reportadas na literatura para o uso de tecnologias no aprendizado dos autistas?

Trinta e um trabalhos atenderam a essa questão. As seguintes vantagens foram observadas: comunicação, leitura, interação social/comportamento, matemática básica, aspectos motores ou

sensoriais. A maior parte dos estudos e do desenvolvimento de soluções tecnológicas tem sido realizados para resolver déficits de comunicação das crianças com TEA em ambiente escolar (16 dos 31 trabalhos). Os valores observados ultrapassam o número de trabalhos, haja vista que, em alguns casos, mais de uma habilidade foi adquirida com o uso da tecnologia assistiva.

O resultado apresentado demonstra que a maioria das soluções tecnológicas são desenvolvidas com foco na comunicação. Esse resultado se dá devido aos déficits comunicativos serem características marcantes e comumente observadas em indivíduos autistas, fazendo com que intervenções nessa área sejam potencializadas e estudos que busquem formas de sanar ou suplementar essas deficiências de comunicação sejam cada vez mais frequentes. Devido às falhas no processo de comunicação a interação do aluno autista tende a ser diminuída, fazendo com que as habilidades de ensino-aprendizagem sejam prejudicadas [Deliberato, 2005].

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Os resultados deste estudo indicaram que as ferramentas computacionais têm sido empregadas com sucesso na mediação dos processos de ensino-aprendizagem e comunicação alternativa para crianças com TEA. Percebe-se que as tecnologias desenvolvidas para dispositivos móveis têm sido cada vez mais comuns nos últimos anos e que têm alcançado resultados satisfatórios devido à portabilidade, interface de fácil usabilidade, possibilidade de personalização de atividades, imagens e sons. Entretanto, o fator que é apresentado como destaque é a vantagem obtida em relação à tela sensível ao toque.

A vantagem das telas no formato *touch screen* justifica-se pela menor necessidade de habilidades cognitivas, facilitando a usabilidade das crianças com TEA que possuem déficits nessa área. Ressalta-se que o interesse das crianças autistas pelas ferramentas tecnológicas demonstrou ser maior em comparação aos métodos regulares de ensino utilizados, contribuindo para uma melhor aquisição e retenção do conhecimento e, em alguns casos, reduzindo os comportamentos indesejados. Os recursos audiovisuais fornecidos pelas tecnologias assistivas funcionam como reforços positivos para as crianças. Ainda neste contexto, a experiência de um dos autores deste trabalho como pai de uma criança autista permite corroborar com as informações encontradas na literatura.

Os resultados do estudo com o MS demonstraram haver uma lacuna em relação ao desenvolvimento de soluções para áreas diversas da comunicação e interação social e, que também podem ser incorporadas aos projetos pedagógicos de alunos com TEA, como exemplo, a aquisição de habilidades em matemática básica, desenvolvimento sensorial e motor, uma vez que muitos autistas possuem déficits nestas áreas e esses afetam diretamente os resultados obtidos no ambiente escolar.

Outro ponto de destaque levantado neste estudo reflete o cenário do design de interfaces do usuário, tendo em vista que apenas um dos trabalhos avaliados demonstrou ter utilizado alguma diretriz ou recomendação de acessibilidade para o projeto da interface do sistema. Esse resultado pode indicar que as tecnologias têm sido desenvolvidas sem necessariamente obedecerem a recomendações mínimas de qualidade para interfaces acessíveis ou ainda, que há poucos estudos científicos retratando diretrizes específicas para indivíduos com déficits de neurodesenvolvimento, como é o caso dos indivíduos com TEA.

Por ser um guia com recomendações de desenvolvimento de interfaces e aplicações criadas especialmente para usuários autistas, o GAIA pode ser uma alternativa viável para apoiar os desenvolvedores, subsidiando as tarefas de *design* e levantamento de requisitos para suas tecnologias, haja vista que o projeto, diferentemente de outros padrões e recomendações encontrados na literatura, possui diretrizes que abordam características peculiares e que são inerentes ao público

alvo. O GAIA pode ainda ser usado como instrumento facilitador para a inclusão de crianças autistas no ambiente escolar, pois o uso de suas diretrizes permite a adequação de sistemas computacionais efetivos e adequados ao projeto pedagógico dessas crianças.

O estudo aqui realizado pode beneficiar a comunidade, especialmente a de IHC, na aquisição de conhecimento científico ao retratar o estado da arte no desenvolvimento de ferramentas computacionais específicas para crianças autistas, em ambiente escolar, além de incentivar o desenvolvimento de novas soluções tecnológicas para proporcionar a melhoria das habilidades educacionais e de comunicação alternativa nas crianças com TEA, uma vez que lacunas em algumas áreas foram apresentadas e podem ser exploradas por desenvolvedores e designers. Para o workshop WAIHCWS, em específico, este trabalho colabora endossando a necessidade de métodos de design e de avaliação que considerem questões sociais e valores humanos para usuários com TEA.

Como forma de avaliar os benefícios obtidos pelas ferramentas computacionais em sala de aula, um estudo de caso pode ser viabilizado como trabalho futuro, com a adoção de questionários de avaliação e entrevistas, analisando-se experiências prévias dos professores e mediadores das crianças com TEA e os resultados observados após a aplicação de uma ferramenta desenvolvida especificamente para alfabetização dessas crianças, atendendo aos requisitos de qualidade típicos do design de interfaces acessíveis, e desenvolvida por uma equipe multidisciplinar, amparada nos métodos de intervenção cientificamente comprovados.

Referências

- APA (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION). (2014). Manual Diagnóstico Estatístico de Transtornos Mentais DSM-5. Porto Alegre: Artmed.
- Barbosa, H. F. A. (2009). “Análise do recurso a novas tecnologias no ensino de autistas. 2009”. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Baron-Cohen, S.; Golan, O.; Ashwin, E. (2009). “Can emotion recognition be taught to children with autism spectrum conditions?”. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 364, n. 1535, p. 3567-3574.
- Belther, J. M. (2018). Educação Especial. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Britto, T. C. P. (2018). “GAIA: uma proposta de um guia de recomendações de acessibilidade de interfaces Web com foco em aspectos do Autismo”. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- Deliberato, D. (2005). “Seleção, adequação e implementação de recursos alternativos e/ou suplementares de comunicação”. In *Núcleo de ensino*, v. 1, p. 505-519, 2005.
- Kitchenham, B. A. and Charters, S. M. (2007). “Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering”. In: *Technical Report EBSE 2007-001*, Keele University and Durham University Joint Report.
- Nunes, L. R. O. de P. (2003). “Modelos teóricos na comunicação alternativa e ampliada. Favorecendo o desenvolvimento da comunicação em crianças e jovens com necessidades educacionais especiais”. Rio de Janeiro: Dunya, p. 15-47.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). (2015). Especialistas da ONU em direitos humanos pedem fim da discriminação contra pessoas com autismo. Brasília.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). (2017). Folha informativa - Transtornos do espectro autista. Brasília.
- Pradi, T. (2016). “Ferramenta computacional para treinamento no reconhecimento e produção de expressões faciais por autistas”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- Sant’ana, I. M. (2005). “Educação inclusiva: concepções de professores e diretores”. In *Psicologia em estudo*, v. 10, n. 2, p. 227-234.