

Assistive Technologies: RFID Cards as Communication Aid Tool for Children with ASD

Tecnologias Assistivas: Cartões RFID como Ferramenta de Auxílio na Comunicação de Crianças com TEA

Aldalice R. Dias¹, Fernanda A. P. Marques¹, Nathalia D. Borges¹, Thais Reggina Kempner¹, Luciana C. L. de Faria Borges², Eunice P. dos Santos Nunes²

¹Faculdade de Engenharia de Várzea Grande - Univers. Federal de Mato Grosso(UFMT)

²Instituto de Computação - Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Av. Fernando Correa da Costa, nº 2367 - Boa Esperança. Cuiabá MT – CEP 78060-900

{aldalice.rd, fernanda.andrade.marques46, nathaliadborges, thaisrgk, lucianafariaborges}@gmail.com, eunice@ufmt.br

Abstract. *Assistive technologies based on robotics have been useful enhancing communication for individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD). The article investigates the development and application of educational RFID cards linked to speech production by a robot to improve therapy for children with autism. Based on literature, laboratory experiments, participatory design, and practical assessment of the proposal, 170 customized playful cards were implemented on a robot to carry out various activities with appropriate sounds matching the card images ranging from emotional expressions to word associations. This proposal received positive evaluations from stakeholders who used the robot in therapy.*

Keywords: Autism. AAC. Assistive Technology. Visual Communication. Design.

Resumo. *Tecnologias assistivas baseadas na robótica mostram-se úteis para aperfeiçoar a comunicação de indivíduos com autismo. Este artigo investiga a criação/aplicação de cartões RFID educacionais, associados à produção da fala por um robô, visando a terapia de crianças com autismo. Com base na literatura, experiências em laboratórios, design participativo e avaliação prática da proposta, foram implementados em um robô 170 cartões lúdicos personalizados para a execução de atividades diversas, que envolvem desde expressões emocionais até a associação de palavras, com sons adequados às imagens dos cartões. Tal proposta foi bem avaliada por stakeholders, que utilizaram o robô em terapia.*

Palavras-chave: Autismo. CAA. Tecnologia Assistiva. Comunicação Visual. Design.

1. Introdução

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um transtorno caracterizado por alterações no desenvolvimento neurológico, podendo afetar a comunicação, a interação social e/ou o comportamento da criança, causando dificuldades na formulação de frases, na realização de expressões faciais e limitação em suas atividades diárias [Axelsson *et al.* 2019].

Os obstáculos comunicativos observados no TEA estão relacionados à ausência de uma comunicação utilitária, ou seja, os autistas podem até apresentar uma vasta gama

de palavras conhecidas e até mesmo formar frases complexas, mas não conseguem encaixá-las dentro de um contexto, não estabelecendo uma troca de mensagens coerentes que permita o convívio social [Meneses 2020]. Além disso, essas pessoas frequentemente apresentam alta sensibilidade a ruídos e dificuldade em filtrar sons de fundo, impactando na sua comunicação, socialização e até mesmo em sua concentração [Rotschafer 2021].

Nesse contexto, a Tecnologia Assistiva (TA) vem revolucionando o processo de aprendizagem de estudantes de necessidades especiais nas últimas três décadas. Em busca de encontrar mecanismos que viabilizem a comunicação e aprendizagem de crianças com TEA, dentro da área de TA, destacamos a subárea de Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA), que contempla o uso de gestos manuais, símbolos gráficos, sistemas assistidos de voz, dentre outros recursos empregados para substituir ou suplementar, de modo temporário ou permanente, formas de expressões referentes à fala ininteligível, não funcional ou inexistente [Bonotto 2016].

A inserção da Tecnologia Assistivas Digitais e CAA, por meio de Pranchas de Comunicação Aumentativas (PCAs), vem proporcionando a comunicação de indivíduos com TEA [Caitano, 2017], desempenhando um papel crucial na promoção da expressão, independência e participação desses indivíduos nas atividades diárias e contextos sociais [Pelosi & Borges 2015] [Krüger *et al.* 2020]. Essas pranchas podem dispor de fotografias, desenhos, imagens confeccionadas, legendas, alfabeto, números e quaisquer outros elementos que se façam necessários [Ávila 2012]. Além disso, diferentes perspectivas de concepções e finalidades podem ser atribuídas ao seu uso [Scorsatro *et al.* 2022].

Além disso, e de acordo com Abdalla e Costa (2018), com o propósito de facilitar a comunicação de crianças com TEA que enfrentam dificuldades na expressão e interação verbal, os Dispositivos Geradores de Fala (SGDs) vieram para complementar as CAA já empregadas. Estes dispositivos são equipados com uma funcionalidade de saída de voz eletrônica, permitindo à criança comunicar-se ao selecionar palavras e frases pré-definidas, previamente gravadas no dispositivo.

Atualmente, com os avanços da tecnologia, a robótica vem mostrando o seu potencial como tecnologia assistiva bastante adequada para a reabilitação/educação de indivíduos com TEA, proporcionando o desenvolvimento da motricidade fina, da concentração, da observação, da criatividade, de competências relacionadas à linguagem e à alfabetização, estimulando-os a organização de ideias, etc. [Zilli 2004] [Neumann 2020]. Além disso, sistemas robóticos vêm sendo utilizados para aprimorar dispositivos de CAA, que apresentam imagens e/ou integração de voz para facilitar a comunicação e aprendizado de crianças com TEA [Encarnação *et al.* 2017].

Buscando atender as necessidades de desenvolvimento cognitivo, ampliação do vocabulário, interação social e sensibilidade auditiva de crianças com TEA, esta pesquisa apresenta uma tecnologia assistiva a ser utilizada juntamente com um robô, denominado Otto, baseada em estratégias de CAA e SGDs, com capacidade de auxiliar a comunicabilidade das crianças TEA. Neste contexto, este trabalho irá descrever sobre o desenvolvimento de cartões educacionais com tecnologia *Radio Frequency*

Identification (RFID) e técnicas utilizadas na reprodução de fala para a criação do Otto, com o propósito de auxiliar e estimular as crianças no processo de reabilitação.

2. Metodologia

Objetivando a melhora da qualidade de vida das crianças com TEA por intermédio do robô terapêutico Otto, foi feito um estudo aprofundado sobre o TEA, a fim de coletar dados para o embasamento da construção dos cartões e da reprodução de voz emitida pelo robô.

Inicialmente, a metodologia adotada para este estudo foi desenvolvida com o objetivo de compreender a significância dos Cartões Educacionais enquanto uma forma notável de TA, na comunicação de crianças com TEA. Nesse contexto, uma abordagem qualitativa do tipo exploratória foi adotada, com o intuito de embasar de maneira específica abordagens ligadas à TA, tais como a CAA, as PCAs e a aplicação do Sistema de Comunicação por Troca de Figuras (PECS), visando contribuir para a fundamentação da pesquisa e, por conseguinte, na construção do *Design* como instrumento lúdico e interativo nos cartões RFID.

Investigou-se na literatura as seguintes questões de pesquisa: “Como a utilização de cartões educacionais auxiliam no desenvolvimento do lado social, de habilidades como lateralidade, vocabulário e interação social em crianças com TEA?” e “Como as frequências e ajustes de equalização podem ser aplicados de forma eficaz em um Robô integrado com um Dispositivo Gerador de Fala (SGD) para atenuar a hipersensibilidade auditiva em crianças com TEA?”. As seguintes bases de dados foram utilizadas: ACM, Google Scholar, IEEE Digital Library and Scopus. As *strings* de busca aplicadas para esse levantamento foram “*autism*” AND “*children*” AND “*assistive technology*” AND “*PECS*” AND “*CAA*” AND “*communication*” AND “*robot*” AND “*PCAs*” AND “*SGDs*”, tomando como referência estudos publicados entre os anos 2006 e 2023. A plataforma *online Parsifal* foi adotada para ajudar na estruturação, escolha e aprimoramento dos artigos identificados, visando documentar a revisão bibliográfica. Na fase de condução da revisão, foram identificados 47 estudos. Após a leitura dos *abstracts*, dos textos completos e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão de estudos foram selecionados 21 artigos relevantes.

Ao pesquisar na bibliografia especializada, foram exploradas diversas tecnologias que facilitam a integração entre CAA e SGDs com o objetivo de implementá-las de forma eficiente em um robô. Subsequentemente, testes foram realizados com a tecnologia escolhida: Cartões RFID. Quanto à vocalização sonora do robô, essa exploração abarcou não somente a natureza intrínseca do som, mas também as práticas recomendadas para otimizar a comunicação e estabelecer uma conexão significativa com as crianças.

Os registros sonoros incorporados no Otto foram obtidos por meio de gravações de 170 frases, realizadas em um estúdio local especializado, empregando o *software* Pro Tools HD Ultimate 2021. Neste programa foi possível gravar todas as falas na voz de uma criança de 11 anos, em 48 kHz X 32 bit float, onde todos os *bounces* foram salvos em 44.1 kHz X 16 bit, padrão usado em CDs. A partir disso, foi realizado um tratamento personalizado para equalização dos áudios com base no que foi encontrado

na literatura para atender as necessidades de hipersensibilidade auditiva das crianças com TEA.

Ademais, a abordagem do design participativo também foi adotada para auxiliar a definição do conteúdo e estética dos cartões, e contou com o envolvimento, como co-designers, de psicólogas e fonoaudiólogas da instituição parceira (Centro de Reabilitação Integral Dom Aquino Corrêa - CRIDAC), além dos pesquisadores. Após tais definições, os cartões foram confeccionados por intermédio da mesa digitalizadora *Gaomon Pro*. Os templates dos cartões foram produzidos no programa *Adobe Photoshop* e as figuras e imagens no *software* de pintura profissional gratuito e de código aberto *Krita*. Após empregar o robô ao CRIDAC, a equipe de cinco terapeutas do CRIDAC avaliou os impactos dos recursos de CAA incorporados ao robô, através dos cartões RFID, durante a avaliação terapêutica com oito crianças.

3. Desenvolvimento

A tecnologia RFID foi selecionada como o meio de reprodução dos áudios do robô por demonstrar uma resposta quase instantânea quando aproximados do leitor, localizado nos olhos do Otto. Essa rapidez revela uma vantagem significativa no contexto de uso em robôs terapêuticos, pois a resposta rápida de acordo com de Souza & Nunes (2019) pode prevenir possíveis frustrações das crianças durante a interação com o robô. A importância dos cartões RFID educativos se torna evidente para preencher a lacuna nas tecnologias personalizadas e acessíveis, em vista que eles demonstram potencial de evolução na aprendizagem das crianças com TEA [Noor *et al.* 2017].

Foi necessário selecionar um sistema de comunicação como base para fundamentar a utilização dos RFID como ferramenta de aprendizado e para embasar as informações a serem incorporadas a eles. Conforme exposto por Gomes, Siqueira & Moura (2021), dentre a variedade de sistemas simbólicos abordados na área da CAA, o PECS se sobressai devido à sua capacidade de simplificar a representação de palavras e imagens comuns do cotidiano, possibilitando a composição de frases, a expressão de desejos, a comunicação de sentimentos, o compartilhamento de conhecimento e a interação social. Em virtude disso, todo processo de confecção dos cartões foi baseado nesse referencial.

O primeiro passo realizado consistiu na cuidadosa seleção do vocabulário a ser utilizado, onde privilegiou vocábulos da rotina, usuais e importantes para uma comunicação eficiente na rotina familiar e escolar, especialmente para crianças com TEA que enfrentam dificuldades na expressão verbal. Com o objetivo de implementar sistemas de comunicação suplementares e alternativos, proporcionando acessibilidade na comunicação e facilitando a aquisição e desenvolvimento das habilidades comunicativas, das linguagens acadêmicas e sociais [Paura & Deliberato 2011].

Jordan (2013) acrescenta que, o PECS oferece às crianças autistas duas significativas oportunidades: a capacidade de expressar-se de forma espontânea na comunicação e a liberdade de selecionar itens a partir de um "menu de opções". Portanto, antes da confecção da planilha de falas do robô, buscou-se organizar a subdivisão das áreas temáticas dos conteúdos dos cartões educacionais. Tal iniciativa visou simplificar o processo de seleção do vocabulário adequado pelas terapeutas durante a confecção da planilha e posteriormente, facilitar a escolha usual dos cartões

tanto das crianças quanto das terapeutas durante as sessões terapêuticas. Com isso, foram escolhidas seis seções distintas: sensações e emoções, frutas e legumes, animais, atividades, alfabeto e cores.

Assim, já contendo as subdivisões temáticas previamente estabelecidas, a planilha foi disponibilizada para as terapeutas. Essa planilha permitiu, por design participativo, que elas escolhessem o tipo de vocabulário apropriado para os cartões, levando em consideração as características individuais das crianças atendidas e a usabilidade do vocabulário no contexto cotidiano. Foram propostas um total de 187 frases. Dentre essas, 17 foram incorporadas às funções habituais do robô, utilizando o controle que acompanha o dispositivo, enquanto as 170 frases restantes foram empregadas para vinculação aos cartões RFID.

Após a seleção do vocabulário a ser utilizado, os áudios foram gravados em estúdio por uma criança de 11 anos, que foi escolhida para representar a voz do Otto a fim de proporcionar uma sensação de familiaridade entre as crianças e o robô, estimulando assim, o envolvimento e a participação nas sessões terapêuticas. Segundo Al-Ayadhi *et al.* (2013), a associação de voz e imagem como ferramenta de auxílio na comunicação pode ser um método eficaz para suprir a falta de interatividade das crianças atípicas.

Com todos os áudios gravados e salvos o próximo passo consistiu na equalização dos áudios e na criação dos cartões, atividades que foram realizadas simultaneamente. Para a equalização foi utilizado o mesmo *software* da gravação. Ponderando os desafios que o público infantil com autismo enfrenta com a hipersensibilidade auditiva [Gomes, Pedroso & Wagner 2008] e podendo causar comprometimento e angústia nesses indivíduos [Jones *et al.* 2009], todos os áudios passaram por uma normalização de frequência e volume. A frequência escolhida para essa etapa foi a de 250 Hz, já que frequências de 250 Hz a 2.000 Hz dão um conforto acústico para pessoas com TEA [Bettarello *et al.* 2021].

Para a definição da elaboração das imagens dos cartões buscou-se na literatura estilos de desenhos e cores apropriadas para atender o público infantil com TEA. Henriques (2018) expõe que as imagens para o público infantil são compostas predominantemente por “combinações de técnicas de desenhos simples (com predominância de figuras geométricas e cores primárias) que se comunicam em harmonia com uma narrativa igualmente simples”.

Em relação aos personagens inseridos nas cenas, foram empregados estilos de desenhos vetoriais. Conforme explicado por Henriques (2018), essas imagens são criadas utilizando elementos geométricos simples, como linhas, curvas, pontos, formas e polígonos. Além disso, quanto ao design dos cartões identificou-se a necessidade de adaptá-los à temática do autismo. Para atender a essa necessidade, foi desenvolvido uma borda nos cartões com quebra-cabeças, que representa a complexidade do TEA [Rodrigues 2022].

Seguindo esses preceitos, os cartões educacionais RFID foram produzidos de forma personalizada e exclusiva a fim de envolver a criança com TEA na utilização de tecnologias baseadas em CAA e SGDs nas sessões terapêuticas/educacionais juntamente com o robô. Em geral, as tecnologias desenvolvidas para este público não

oferecem meios de personalização para atender às necessidades de cada indivíduo [Braz, Raposo & Souza 2014]. Além disso, essa exclusividade também levou em consideração as questões de direitos autorais [Brasil 1998].

Os desenhos dos cartões foram criados com uma abordagem de desenho de "fácil compreensão", utilizando cores vibrantes, com ênfase na predominância de cores primárias. Assim, as imagens foram organizadas de forma objetiva, tornando mais fácil a visualização e identificação das principais informações relacionadas ao vocabulário específico, conforme a Fig. 1.



Figura 1. (A) Processo de design na mesa digitalizadora; (B) Cartões RFID

Posteriormente, foi feita a programação dos cartões RFID na Plataforma de Desenvolvimento Integrado (IDE) do MCU e foram usados os modos operacionais do componente RFID, que compreendem os modos de leitura e gravação. O modo de gravação habilita a inserção de informações do computador para o chip dos cartões, sintonizado à mesma frequência do leitor do módulo. Cada cartão RFID é identificado por um Número de Identificação Único (UID) em hexadecimal, quando um cartão é lido pelo sensor do módulo, ele transmite seu UID ao monitor serial do microcontrolador, permitindo a coleta e categorização dos dados de identificação, necessária para a atribuição de cada arquivo de áudio ao seu respectivo cartão. Para a execução eficaz dos áudios, foi implementado o módulo *DFPlayer* Mini que é integrado no formato mp3 em conjunto com o RFID [Asrul, Sahidin & Alam 2021]. O módulo *DFPlayer* Mini viabilizou o armazenamento dos dados em memória, por intermédio do cartão de memória micro SD, alocado no próprio componente, possibilitando a reprodução precisa dos áudios conforme as instruções indicadas no código de programação.

Ao aproximar o cartão do leitor, localizado nos olhos do Otto, o cartão é identificado [Weis *et al.* 2007] e os dados são transmitidos por meio de um sinal de radiofrequência [Pinheiro, 2017] para o microcontrolador, que interpreta qual é o cartão e reproduz o arquivo correspondente do *DFPlayer* através do alto-falante acoplado na parte superior do robô. Aliado a isso, ainda é possível coordenar movimentos de forma simultânea a reprodução de voz do Otto, por meio de programação. Assim, quando um cartão RFID que representa as emoções, por exemplo, é aproximado ao leitor, não há

apenas a reprodução do áudio correspondente, mas também coordenam/acionam os movimentos do robô, enfatizando assim a emoção de forma sincronizada.

Ao finalizar, todas as figuras foram impressas em papel adesivo, recortadas e coladas/etiquetadas cuidadosamente nos cartões RFID já gravados. Dessarte, como resultado desse processo colaborativo, foram confeccionados um total de 170 cartões personalizados, ordenados dentro de uma pasta, seguindo a sequência das seções, distribuídos da seguinte maneira: 46 cartões de sensações e emoções, 31 cartões de frutas e legumes, 31 cartões de animais, 28 cartões de atividades, 23 cartões de alfabeto e 11 cartões de cores. Posteriormente o robô e os cartões foram entregues às terapeutas do CRIDAC para observação dos resultados, na Fig. 2A pode-se observar o robô Otto com alguns desses cartões RFID.

4. Resultados

A partir dos relatos das terapeutas do CRIDAC, foi possível observar que a maioria das crianças tiveram uma grande curiosidade e interesse pelos cartões desde o primeiro contato. Durante as sessões terapêuticas, os cartões educacionais utilizados em conjunto com o robô Otto desempenharam um papel crucial na promoção do progresso cognitivo, linguístico e comportamental das crianças com TEA.

Observou-se um aumento notável na focalização e concentração das crianças durante as atividades com o robô, como mostra a Fig. 2B. Além disso, a interação com os cartões educacionais estimulou a imitação e a vocalização de onomatopéias, contribuindo para o aprimoramento da fonética e de outras habilidades comunicativas, bem como um aumento na disposição das crianças para a interação social.

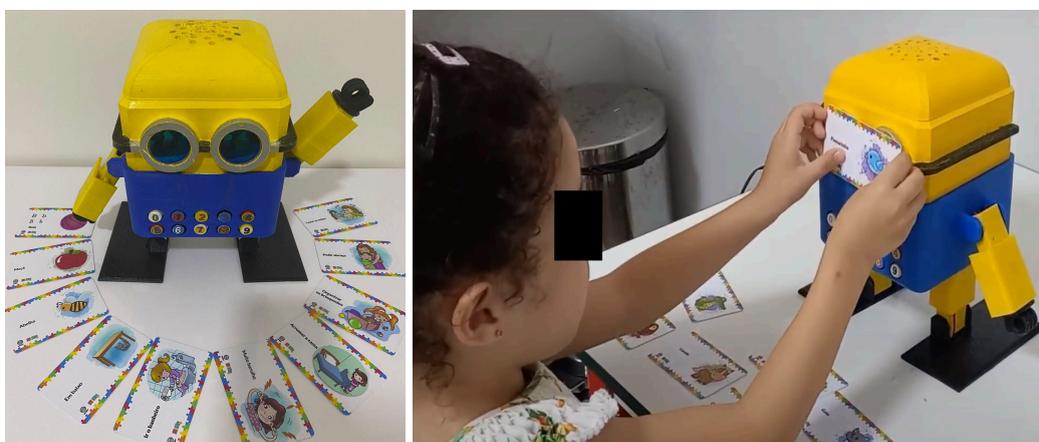


Figura 2. (A) Robô com os cartões RFID; (B) Interação de uma criança com os cartões

Foi relatado pelas terapeutas que a alteração dos áudios para 250 Hz impediu o desconforto em pacientes com audição sensível e que todos se sentiram confortáveis com a voz incorporada no robô Otto.

Após interações significativas entre as crianças e os cartões, por intermédio do robô Otto, notou-se uma melhoria apreciável na ampliação de vocabulário e no engajamento social das crianças com TEA, evidenciando os principais resultados, como expresso na pesquisa de Marques *et al.* (2023).

5. Conclusões

Os cartões educativos RFID têm demonstrado ser uma influência positiva no desenvolvimento de crianças com TEA fornecendo uma abordagem visual e interativa estimulando a aprendizagem, comunicação e aprimorando habilidades sociais, cognitivas e linguísticas das crianças.

A versatilidade dos cartões personalizados permitem a execução de atividades diversas que envolvem desde expressões emocionais até a associação de palavras com imagens e sons. O resultado do engajamento entre as crianças e essa tecnologia, ocasionou um aprimoramento na expansão do vocabulário das crianças. Isso proporcionou a elas um repertório linguístico mais extenso, resultando em uma melhoria significativa em sua comunicação e expressão.

A contribuição deste estudo para a área de tecnologia assistiva e intervenção terapêutica é expressiva, já que a utilização dos cartões educativos RFID como parte integrante das sessões terapêuticas oferece uma maneira atrativa de promover e desenvolver as capacidades de aprendizado das crianças em um ambiente lúdico e adaptado. Ademais, a integração da voz sintetizada por meio dos cartões RFID contribui para uma abordagem mais realista e envolvente, facilitando a assimilação de conceitos e palavras.

Apesar dos resultados positivos, algumas lacunas ainda persistem. A exemplo, a eficácia do uso dos cartões terapêuticos pode variar de acordo com as necessidades e características individuais de cada criança. Esse cenário é influenciado pela natureza específica do TEA, como discutido no artigo Eldevik *et al.* (2012). Além disso, a maneira como os cartões são selecionados, apresentados e explorados durante a terapia pode influenciar diretamente os resultados obtidos, tornando crucial a qualidade da interação. Afinal, a flexibilidade proporcionada pelos 170 cartões disponíveis dá aos terapeutas a oportunidade de abordar a sessão de maneira personalizada e adaptativa.

6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) e ao Centro de Reabilitação Integral Dom Aquino Corrêa (CRIDAC).

Referências

- Abdalla, P. M., Costa, R. M. R. (2018). Dynamic Display: Uma ferramenta para Comunicação Aumentativa e Alternativa. *Caderno de Estudos em Sistemas de Informação*, 5(1).
- Al-Ayadhi, L. Y., Majeed Al-Drees, A., Al-Arfaj, A. M. (2013). Effectiveness of Auditory Integration Therapy in Autism Spectrum Disorders--Prospective Study. *Autism Insights*, (5).
- Asrul, A., Sahidin, S., Alam, S. (2021). Mesin Cuci Tangan Otomatis Menggunakan Sensor Proximity Dan Dfplayer Mini Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Mosfet*, 1(1), 1-7.

- Avila, B. G., Passerino, L. M., & Reatequi, E. (2012). Proposta de uma metodologia para a construção de um sistema de CAA focado no contexto de seus usuários. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 20(1), 97.
- Axelsson, M., Racca, M., Weir, D., Kyrki, V. (2019). A participatory design process of a robotic tutor of assistive sign language for children with autism. In: 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN). IEEE. p. 1-8.
- Bettarello, F., Caniato, M., Scavuzzo, G., Gasparella, A. (2021). Indoor acoustic requirements for autism-friendly spaces. *Applied Sciences*, 11(9), 3942.
- Bonotto (2016), Renata Costa de Sá. Uso da comunicação alternativa no autismo: um estudo sobre a mediação com baixa e alta tecnologia. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p.19.
- BRASIL. Lei no. 9.610 (1998). Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*, Brasília, 20 fev. 1998.
- Braz, P., Raposo, A., Souza, C. S. (2014). Design de Tecnologias Adaptáveis para uso de Profissionais da Área de Autismo. In *Companion Proceedings of the 13th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (pp. 17-20).
- Caitano, A. R. (2017). Tecnologias assistivas digitais na comunicação alternativa com autistas: uma revisão sistemática de literatura. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.
- Encarnação, P., Leite, T., Nunes, C., Nunes da Ponte, M., Adams, K., Cook, A., ... & Ribeiro, M. (2017). Using assistive robots to promote inclusive education. *Disability and rehabilitation: Assistive technology*, 12(4), 352-372.
- Eldevik, S., Hastings, R. P., Jahr, E., Hughes, J. C. (2012). Outcomes of behavioral intervention for children with autism in mainstream pre-school settings. *Journal of autism and developmental disorders*, 42, 210-220.
- Gomes, E., Pedroso, F. S., Wagner, M. B. (2008). Hipersensibilidade auditiva no transtorno do espectro autístico. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 20, 279-284. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-56872008000400013>.
- Gomes, P. C., Siqueira, A. B., Moura, T. F. A. (2021). Material para o Ensino de Ciências para Crianças com Limitações Comunicativas: Proposta de Análise Semiológica de Cartões do Picture Exchange Communication System. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 4(3), 633-653.
- Henriques, C. S. (2018). Livro ilustrado com a temática do autismo. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 53.
- Jones, C. R., Happé, F., Baird, G., Simonoff, E., Marsden, A. J., Tregay, J., ... & Charman, T. (2009). Auditory discrimination and auditory sensory behaviours in autism spectrum disorders. *Neuropsychologia*, 47(13), 2850-2858.

- Jordan, R. (2013). *Autism with severe learning difficulties*, Second edition. London: Profile Books Ltd, p. 288, ISBN-13: 978-0285642249
- Krüger, S. I., Silva Wilczak, F., Siqueira, S. M., Scorsato, A. B., & Berberian, A. P. (2020). A visão de um grupo de fonoaudiólogos acerca da Prancha de Comunicação Alternativa. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 83754-83770.
- Marques, F., Neves, I., Fagundes, E., Lima, E., Kempner, T., Nunes, E. and Borges, L.. (2023). Social benefit analysis of the Otto robot in therapies for children with ASD. In *ACM International Conference on Interactive Media Experiences Workshops (IMXw '23)*, June 12–15, 2023, Nantes, France. ACM, New York, NY, USA, 4 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3604321.3604343>
- Meneses, E. A. (2020). Transtorno do espectro autista (TEA) e a linguagem: a importância de desenvolver a comunicação. *Revista Psicologia & Saberes*, 9(18), 174-188.
- Neumann, M. M. (2020). Social robots and young children's early language and literacy learning. *Early Childhood Education Journal*, 48(2), 157-170.
- Noor, N. M. M., Mohamad, R., Mamat, N. F. A., FatimahYahya, W. F., Rifin, M. A. S. M., Hassan, M. N., & Hamzah, M. P. (2017). Teaching and learning module on learning disabilities (LD) using RFID technology. *International Journal of Learning and Teaching*, 3(4), 251-258.
- Paura, A. C., & Deliberato, D. (2011). Análise de vocábulos para a elaboração de pranchas de comunicação suplementar e alternativa para alunos com deficiência. *Revista Educação Especial*, 24(41), 409-425.
- Pelosi, M. B., & Borges, J. A. D. S. (2015). Prancha Fácil—Uma nova abordagem para produção de pranchas para Comunicação Alternativa. In *Congresso ISAAC Brasil, Campinas, junho*.
- Pinheiro, J. M. S. (2017). Identificação por Radiofrequência: Aplicações e Vulnerabilidades da Tecnologia RFID. *Cadernos UniFOA*. 1, 2 (mar. 2017), 18–32. DOI: <https://doi.org/10.47385/cadunifoa.v1.n2.889>.
- Rodrigues, M. S. (2022). O autismo no universo dos quadrinhos. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Técnicas de Representação Gráfica)-Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Rotschafer S. E. (2021) Auditory Discrimination in Autism Spectrum Disorder. *Front. Neurosci.* 15:651209. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.651209>.
- Souza, R. F., Nunes, D. R. (2019). Transtornos do processamento sensorial no autismo: algumas considerações. *Revista Educação Especial*, 32, 1-17.
- Weis, S. A. (2007). RFID (radio frequency identification): Principles and applications. *System*, 2(3), 1-23.
- Zilli, S. D. R. (2004). A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. Dissertação mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.