

Uma Pesquisa Exploratória Sobre a Utilização de Soluções Apoiadas em Inteligência Artificial e Tecnologias Móveis com Portadores de Transtorno do Espectro Autista

José Nazareno Alves Rodrigues¹, Kelson Rômulo Teixeira Aires¹

¹Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - PPGCC
Teresina – PI – Brasil

jose.nazareno@ifpi.edu.br, kelson@ufpi.edu.br

Abstract. *This work presents the result of an exploratory research. The main objective is to investigate the use of solutions based on artificial intelligence (AI) and mobile technologies in works that target individuals with Autistic Spectrum Disorder (ASD). Regarding the use of these solutions related to AI in this context, it was identified through a literature review, 3 (three) purposes in the analyzed studies: diagnosis, therapy and monitoring. Thus, this work seeks to answer, in addition to this, other research questions, through a mapping of publications that address the triad: IA, mobile and ASD.*

Resumo. *Este trabalho apresenta o resultado de uma pesquisa exploratória. O principal objetivo é investigar a utilização de soluções baseadas em inteligência artificial (IA) e tecnologias móveis em trabalhos que possuem como público alvo indivíduos portadores do Transtorno do Espectro Autista (TEA). A respeito da utilização dessas soluções relacionadas a IA nesse contexto, foi identificado através de uma revisão de literatura, 3 (três) finalidades nos trabalhos analisados: diagnóstica, terapêutica e de monitoramento. Assim, o presente trabalho busca responder além desta, a outras questões de pesquisa, através de um mapeamento das publicações que abordam a tríade: IA, mobile e TEA.*

1. Introdução

Nos EUA, a prevalência de TEA em relação às pessoas com desenvolvimento típico (DT) aumentou consideravelmente nas últimas décadas em uma proporção de 1 em 59 crianças [Voss et al. 2019]. Esse aumento ultrapassou a disponibilidade de terapeutas, criando listas de espera de até 18 meses.

Embora os sintomas de TEA possam ter uma ampla variação, as dificuldades relacionadas à socialização é um déficit central. O portador de TEA não pode ser totalmente curado e a intervenção precoce até agora apresenta a melhor maneira de alcançar melhores resultados. Com o crescente número de crianças com TEA, a detecção cedo está se tornando cada vez mais importante para maximizar o ganho de intervenção precoce [Liu et al. 2017].

Quando o diagnóstico preliminar apresenta forte indicações de autismo em crianças, os impactos posteriores na vida desse jovem podem ser minimizados com tratamento adequado [De Campos Souza et al. 2018]. Ainda para este autor, atualmente

a pesquisa foi aprimorada com o auxílio de recursos computacionais. Através deles é possível coletar dados relevantes para novas inferências sobre o estudo de TEA em crianças.

Do ponto de vista terapêutico, Tsangouri et al. (2016) chamam a atenção para o fato que indivíduos com TEA preferem ambientes educacionais computadorizados, pois são previsíveis e consistentes, bem como desprovidos do fator social que os causa estresse. Com instruções baseadas em computador, esses indivíduos têm a capacidade de trabalhar em um ritmo adequado às suas capacidades de aprendizado e podem repetir lições até que sejam dominadas.

No Brasil temos um ambiente viável para mediação através de ambientes computadorizados. De acordo com o indicador “*domicílios que possuem equipamento TIC*”, da pesquisa “TIC Domicílios - 2019”¹, temos que 94% de domicílios da área urbana e 85% da área rural possuem telefone celular. Além disso, 28% de domicílios da área urbana e 11% da área rural possuem notebook. E ainda, 14% de domicílios da área urbana e 6% da área rural possuem tablet.

Ao mesmo tempo em que a mediação por tecnologias computacionais *mobiles* tem se apresentado promissora no enfrentamento ao TEA, as técnicas apoiadas em IA também apontam para resultados significativos de sua utilização. Retornando a De Campos Souza et al. (2018), o aprendizado com base em tecnologias usando *machine learning* por exemplo, são promissores para resolver esses problemas, criando oportunidades terapêuticas acessíveis fora do consultório médico. Elas podem assim, generalizar o aprendizado para o ambiente natural onde as habilidades sociais são usadas. Dessa forma, conforme os autores, o aprendizado mediado por tais tecnologias atua como uma ponte enquanto as crianças aguardam a terapia padrão.

Neste contexto, o presente trabalho busca apresentar um panorama das publicações que abordam soluções computacionais *mobiles* baseadas em IA no enfrentamento ao TEA. Ele está dividido em quatro seções. Na Seção 2 são apresentadas as ferramentas e metodologia utilizada. A Seção 3 apresenta os resultados e, por fim, na Seção 4 as considerações finais são apresentadas.

2. Ferramentas e Metodologia

Em geral, a maior parte da condução da pesquisa foi apoiada pela ferramenta *Start*², desde a definição do protocolo na etapa de planejamento à sumarização.

2.1. Questões de pesquisa

Foram definidas as questões de pesquisa abaixo que nortearam o desenvolvimento desta proposta:

Q.P1 – Qual o propósito da utilização de IA no trabalho com portadores de TEA?

Q.P2 – Quais as soluções baseadas em IA mencionadas?

Q.P3 – Utiliza Prática Educativa/Método de Comunicação Alternativo? Qual?

¹ Disponível em: <<https://cetic.br/pt/tics/domicilios/2019/domicilios/A/>> Acesso em: junho de 2020.

² Disponível para download em: <http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool>

Q.P4 – Como vêm evoluindo trabalhos dessa natureza?

2.2. *String* de busca

A *string* definida para busca foi: ((*artificial intelligence OR Computational Intelligence*) AND (*autism OR ASD*) AND *mobile*).

2.3. Fontes de pesquisa

A partir da leitura prévia de trabalhos anteriores, foram definidos como motores de busca, a *Scopus* e *Web of Science*. A escolha se deve ao fato delas terem apresentado maior quantidade de trabalhos em torno de temáticas semelhantes. Foi incluída também a base bibliográfica *IEEE Explorer*, pela sua convergência com a presente pesquisa.

O período de tempo definido foi até o ano de 2020 (inclusive), sem restrições de início, conforme as características de cada fonte de pesquisa. Optou-se pela não definição do período inicial com o intuito de viabilizar também uma análise histórica do surgimento de algumas soluções.

Após a adequação e aplicação da *string* de busca nas referidas fontes de pesquisa, os resultados foram exportados para a ferramenta *Start* através do formato *bibtex*.

2.4. Critérios de exclusão

Foram excluídos os trabalhos que incorreram em no mínimo 1 (um) dos seguintes critérios de exclusão definidos no planejamento: (E) - não possuir disponibilidade para leitura do trabalho completo; (E) - duplicado; (E) - não contemplar a tríade IA, *mobile* e autismo, e por fim, (E) - fracamente relacionado à proposta da pesquisa.

3. Resultados

Foram encontrados inicialmente 96 trabalhos³: 46% na *Scopus*, 38% na *IEEE Explorer* e 16% na *Web Of Science*. Respectivamente, a quantidade de 44, 37 e 15 trabalhos, conforme a Figura 1.

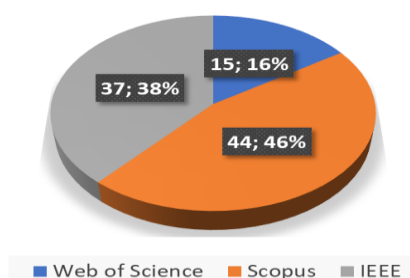


Figura 1. Quantidade inicial de trabalhos encontrados

Após o levantamento inicial foram excluídos 22 trabalhos por duplicidade e 22 por não estarem totalmente disponíveis para leitura (geralmente era cobrado algum valor para o acesso integral aos trabalhos). A partir dos 52 trabalhos restantes, 36 seguiram para extração das respostas às questões de pesquisa. Os demais (16) foram

³ Relação completa dos trabalhos iniciais e selecionados para extração em: <http://bit.ly/rel_trabalhos>

excluídos após a leitura dos títulos e resumos, incorrendo em um ou ambos os critérios de exclusão: (E) - não contemplar a tríade IA, *mobile* e autismo ou ser classificado como (E) - fracamente relacionado à proposta da pesquisa.

3.1. Resultados para as questões de pesquisa

A partir dos 36 trabalhos selecionados, temos as respostas abaixo (Tabela 1) para as questões de pesquisa.

Tabela 1. Respostas para as questões de pesquisa

Questão de Pesquisa	Resposta
Q.P1 – Qual o propósito da utilização de IA no trabalho com portadores de TEA?	Diagnóstico (10); Terapia (22); Monitoramento de Saúde (2) e outros (2).
Q.P2 – Quais as soluções baseadas em IA mencionadas?	<i>Machine Learning</i> (22); <i>Mobile Robots</i> (13); <i>Human-Robot Interaction</i> (12); <i>Emotion Recognition</i> (10); <i>Computer Vision</i> (7); <i>Augmented Reality</i> (7); <i>Humanoid Robots</i> (7); <i>Face Recognition</i> (7); <i>Pattern Classification</i> (5) e <i>Medical Robotics</i> (5).
Q.P3 – Utiliza Prática Educativa / Método de Comunicação Alternativo? Qual?	<i>Applied Behavior Analysis - ABA</i> (7).
Q.P4 - Como vêm evoluindo trabalhos dessa natureza?	Vêm evoluindo com mais intensidade nessa perspectiva IA, <i>mobile</i> e TEA a partir de 2017 (Figura 2).

No que tange às questões de pesquisa, a utilização de IA nos trabalhos giram em torno de 3 (três) propósitos: diagnóstico, terapêutico e de monitoramento da saúde. Além destes, foram identificados 2 trabalhos secundários que não se enquadram em nenhum deles.

Para o primeiro propósito, foram bastante mencionadas soluções apoiadas em visão computacional e processamento de imagens para auxiliar no processo de triagem. Elas buscam encontrar características em comum presente nos portadores de TEA, a partir das quais possa ser feita a classificação entre portadores ou não do TEA.

O uso de visão computacional também se mostrou fortemente relacionado às soluções com propósito terapêutico, apresentando bons resultados para o reforço de habilidades que visam o reconhecimento emocional através de expressões faciais.

Em relação ao propósito de monitoramento identificado ainda na Q.P1, vale observar que foi encontrado apenas 2 (dois) trabalhos, o que pode ser indicativo de uma questão mais aberta para futuras pesquisas.

Para a Q.P2 foi utilizado a análise de recorrência das palavras-chave a partir da própria ferramenta *Start*. É importante ressaltar que os termos referentes às soluções mencionadas não possuem caráter exclusivo em relação aos demais termos em um mesmo trabalho. Assim, alguns trabalhos mencionam simultaneamente a utilização de *mobile robots* e *machine learning*; *emotion recognition* e *computer vision*, por exemplo.

Dentre os trabalhos com propósito terapêutico, 8 (oito) deles fizeram referência explícita ao ABA, os quais foram considerados para responder a Q.P3.

Quanto à Q.P4, o gráfico abaixo (Figura 2) é referente aos trabalhos selecionados para extração. O trabalho mais antigo encontrado corresponde ao ano de 2003. Ele relata resultados derivados do projeto Aurora, onde, inclusive, os próprios autores mencionam que foram os pioneiros na pesquisa sobre o possível uso de robôs na terapia do autismo [Dautenhahn et al. 2003].

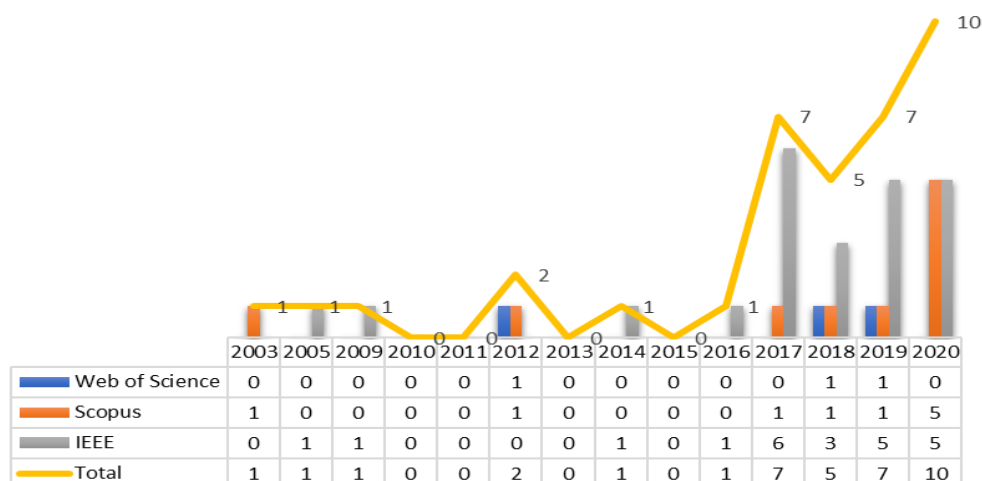


Figura 2. Evolução dos trabalhos que contemplam a tríade IA, mobile e TEA (Q.P4)

4. Considerações Finais

Este trabalho apresentou na Seção 1, o contexto referente ao grande número de portadores do TEA, considerando inclusive suas implicações no que tange às relações sociais. Considerou-se também o uso massificado de dispositivos móveis como tecnologias acessíveis pelas quais os portadores do TEA demonstram interesse. E ainda, as evidências promissoras na utilização de técnicas relacionadas à IA no enfrentamento ao TEA. Buscou-se assim, no seu desenvolvimento, apresentar um panorama dos trabalhos que se encontram na intersecção entre IA, TEA e *mobile*.

Nesse sentido, os trabalhos analisados que fizeram explicitamente a comparação com formas tradicionais de enfrentamento ao TEA, foram unânimes em apontar vantagens na utilização de tais recursos computacionais.

Apesar do potencial destas soluções, os resultados mostraram uma utilização tímida na perspectiva desta tríade até o ano de 2016, consoante com o trabalho de Silva (2017). No referido trabalho é feito um mapeamento sistemático da literatura (MSL) sobre a utilização de tecnologias computacionais com crianças portadoras de TEA, entre os anos de 2011 a 2016. Como parte dos resultados em resposta a uma das questões de pesquisa, é apontado que a utilização de IA estava presente em apenas 6%, o que corresponde a 12 (doze) dos trabalhos analisados. No entanto, percebeu-se na presente proposta de trabalho, um crescimento nos últimos anos. Encontramos apenas no ano de 2020, 10 (dez) trabalhos que contemplam a utilização de IA com tecnologias móveis nos trabalhos com portadores do TEA.

Outro ponto importante a ser observado, é que os trabalhos analisados relacionados à temática não apresentam consenso no que diz respeito à proporção de

portadores de TEA e pessoas com DT. Assim, a prevalência de TEA em relação às pessoas com DT, conforme já mencionado em Voss et al. (2019), é de 1 em 59 crianças; ao passo que em Ellertson (2012) é mencionado apenas 1 em cada 88 crianças; e mais recentemente, em Kalantarian et al.(2020) estima-se que aproximadamente 1 em 40 crianças nos Estados Unidos são afetadas. Percebe-se assim, que quanto mais recente o trabalho, maior o número de portadores do TEA proporcionalmente aos que possuem DT. Isso pode estar relacionado ao efetivo aumento de casos, como também ao aprimoramento nos mecanismos de diagnósticos, bem como sua acessibilidade.

Como desdobramento do presente trabalho, pretende-se em trabalhos futuros investigar mais especificamente a utilização de imagens para diagnóstico do TEA a partir de técnicas de visão computacional.

Referências

- Dautenhahn, K., Werry, I., Salter, T. and Boekhorst, R. T. (2003). Towards adaptive autonomous robots in autism therapy: Varieties of interactions. In Proceedings 2003 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation. Computational Intelligence in Robotics and Automation for the New Millennium (Cat. No. 03EX694) (Vol. 2, pp. 577-582). IEEE.
- De Campos Souza, Paulo Vitor and Guimaraes, Augusto Junio (2018). Using fuzzy neural networks for improving the prediction of children with autism through mobile devices. In: 2018 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC). IEEE. p. 01086-01089.
- Ellertson, A. (2012). Work in progress: Using smart mobile tools to enhance autism therapy for children. In 2012 Frontiers in Education Conference Proceedings (pp. 1-2). IEEE.
- Kalantarian, H., Jedoui, K., Dunlap, K., Schwartz, J., Washington, P., Husic, A. and Wall, D. P. (2020). The performance of emotion classifiers for children with parent-reported autism: quantitative feasibility study. JMIR mental health, 7(4), e13174.
- Liu, W., Zhou, T., Zhang, C., Zou, X. and Li, M. (2017). Response to name: A dataset and a multimodal machine learning framework towards autism study. In: 2017 Seventh International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII). IEEE. p. 178-183.
- Silva, Martony, Moura, Igo and Soares, André (2017). Uso de tecnologias computacionais para o ensino de crianças com Transtorno do Espectro Autista: Um mapeamento sistemático da literatura. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). p. 173.
- Tsangouri, C., Li, W., Zhu, Z., Abtahi, F. and Ro, T. (2016). An interactive facial-expression training platform for individuals with autism spectrum disorder. In: 2016 IEEE MIT Undergraduate Research Technology Conference (URTC). IEEE. p. 1-3.
- Voss, C., Schwartz, J., Daniels, J., Kline, A., Haber, N., Washington, P. et al. (2019). Effect of wearable digital intervention for improving socialization in children with autism spectrum disorder: A randomized clinical trial. JAMA pediatrics, v. 173, n. 5, p. 446-454.