

Explorando Visão Computacional e IA para Auxiliar Indivíduos no Espectro Autista com o Reconhecimento de Expressões Faciais e Sentimentos

Beatriz Barreto Marreiros Barbosa¹, Cristovam Paulo de Brito Rocha¹

¹Engenharia de Software – iCEV - Instituto de Ensino Superior
Rua. Dr. José Auto de Abreu, 2929 - São Cristóvão, Teresina - PI, 64055-260

{beatriz.barbosa, cristovam.rocha}@somosicev.com

Abstract. *Autism Spectrum Disorder (ASD) encompasses developmental disorders that affect social interaction and communication. This research explores the use of artificial intelligence (AI), machine learning, and computer vision to assist individuals with ASD in recognizing facial expressions and emotions. With the increasing prevalence of ASD, affecting 1 in 36 children in 2020, developing innovative tools is crucial. This study combines a literature review with practical implementation using Python's DeepFace and OpenCV libraries, aiming to create an accessible and intuitive tool for healthcare professionals and families. The integration of AI and computer vision provides support in facial expression recognition and offers a means for social skills training. This tool represents a significant step towards leveraging advanced technologies to address the challenges associated with ASD, highlighting the importance of continued exploration and enhancement of these solutions.*

Resumo. *O Transtorno do Espectro Autista (TEA) abrange distúrbios do desenvolvimento que afetam a interação social e a comunicação. Esta pesquisa explora o uso da inteligência artificial (IA), aprendizado de máquina e visão computacional para auxiliar indivíduos com TEA no reconhecimento de expressões faciais e emoções. Com a crescente prevalência do TEA, afetando 1 em cada 36 crianças em 2020, é crucial desenvolver ferramentas inovadoras. Este estudo combina uma revisão da literatura com a implementação prática utilizando as bibliotecas DeepFace e OpenCV do Python, visando criar uma ferramenta acessível e intuitiva para profissionais de saúde e familiares. A integração de IA e visão computacional fornece suporte no reconhecimento de expressões faciais e oferece um meio de treinamento de habilidades sociais. Esta ferramenta representa um passo significativo no uso de tecnologias avançadas para enfrentar os desafios associados ao TEA, destacando a importância de continuar explorando e aprimorando essas soluções.*

1. Introdução

Não há consenso científico para responder à pergunta "O que é autismo", de acordo com Ricardo Schers [Stravogiannis 2020]; no entanto, se perguntarmos a maioria das pessoas tem um conceito bem definido em mente, apontando que "são aquelas pessoas que ficam isoladas e que se balançam para lá e para cá". Entretanto, a autora [Silva 2012] refere-se aos autistas como pessoas com habilidades absolutamente reveladoras, caracterizadas por

um conjunto de particularidades que afeta principalmente a comunicação e o comportamento social. A discussão sobre o Transtorno do Espectro Autista (TEA) tem ganhado importância, com dados mostrando um aumento significativo nos diagnósticos. Em 2020, 1 em 36 crianças foi diagnosticada com TEA, uma alta em comparação com 1 em 150 crianças nos anos 2000 [Maenner 2021].

Em todos os lugares, precisamos nos comunicar, expressando desejos, dúvidas e chateações, além de interpretar essas expressões no outro. "Para todos aqueles com traços ou diagnóstico de autismo, uma coisa é universal: o contato social é sempre prejudicado", como informa a Psiquiatra Ana Beatriz em [Silva 2012, p. 12]. Diante disso, é primordial buscar soluções e abordagens para o tratamento, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento das habilidades sociais dessas pessoas.

Estudos indicam que a socialização é vital para a integração e desenvolvimento individual [Pressbooks 2024, Lumen Learning 2024]. Dada a dificuldade de socialização das pessoas com TEA, esta pesquisa analisa como a inteligência artificial, aprendizado de máquina e visão computacional podem facilitar o desenvolvimento dessas habilidades.

A tecnologia também é uma grande aliada no tratamento de pessoas com TEA. Segundo a psicóloga Milene Rosenthal, cuja a informação foi disponibilizada no site *canaltech*¹. Uma pessoa autista com dificuldade de comunicação pode não saber se expressar verbalmente, mas um aplicativo que mostre figuras de sentimentos, reações, entre outros, pode ser uma poderosa ferramenta de expressão para aquele indivíduo.

Este estudo utiliza uma pesquisa bibliográfica, baseada em artigos, livros e na implementação da biblioteca DeepFace do Python.

2. Fundamentação Teórica

O Transtorno do Espectro Autista é classificado em três níveis, cada um com características próprias, como a presença ou ausência de retardo mental e o desenvolvimento da fala. No entanto, há uma característica comum a todos: "o contato social é sempre prejudicado"[Silva 2012, p. 12].

A comunicação, seja verbal ou não verbal, requer que o receptor compreenda a mensagem transmitida pelo emissor. Uma forma de comunicação não verbal são as expressões faciais, sendo cruciais para interpretar emoções e estabelecer uma comunicação eficiente [McQuail 2001] [American Psychological Association 2021]. Indivíduos com TEA, contudo, têm dificuldade em interpretar essas expressões. Estudos de neuroimagem funcional mostraram alterações nos sulcos temporais superiores, uma região crítica para a percepção de estímulos sociais, resultando em menor ativação durante atividades de socialização [Zilbovicius et al. 2006].

O aprendizado de máquina (Machine Learning), uma subcategoria da IA, refere-se a sistemas que modificam seu comportamento com base na experiência. Visão computacional, por outro lado, permite que máquinas analisem e interpretem imagens automaticamente. Ambas as tecnologias utilizam algoritmos para identificar e classificar objetos, de forma semelhante ao cérebro humano, processando dados de câmeras e smartphones

¹Disponível em: <https://canaltech.com.br/saude/como-a-tecnologia-esta-ajudando-pessoas-com-autismo-no-brasil-153621>

para reconhecimento facial e de objetos, como informado no site da *Amazon*² e pelo autor [Thomas Malone 2023].

3. Metodologia

Nesta pesquisa foi realizada uma extensa revisão da literatura sobre o uso de Inteligência Artificial no tratamento de habilidades sociais. Foram utilizadas fontes acadêmicas, como artigos, livros e teses, priorizando estudos relacionados à tecnologia publicados entre 2019 e 2024. Ferramentas de pesquisa foram essenciais para a viabilidade deste estudo, incluindo a documentação oficial das bibliotecas utilizadas na parte prática, Google Scholar, IEEE e SciELO.

Diversos termos de pesquisa foram utilizados para orientar o estudo, entre eles: “Transtorno do Espectro Autista”, “Tratamento de Habilidades Sociais”, “Linguagem Não Verbal”, “Expressões Faciais”, “Inteligência Artificial”, “Visão Computacional” e “Tecnologia e Autismo”. Esses termos foram fundamentais para garantir uma pesquisa direcionada e consistente com o tema do estudo.

Além da revisão teórica, a pesquisa investiu na parte prática, explorando tecnologias de IA e visão computacional para o reconhecimento de expressões faciais. Foram utilizadas bibliotecas da linguagem de programação Python para implementar e testar códigos experimentais, embora o código desenvolvido ainda seja experimental e necessite de aprimoramentos antes de estar pronto para o uso.

Especificamente, a biblioteca *DeepFace*³ foi implementada para realizar análises faciais e associar emoções a partir de imagens selecionadas pelo usuário. Juntamente com a *DeepFace*, utilizou-se a *OpenCV*⁴ para o reconhecimento de expressões faciais em tempo real através da webcam do computador.

Além disso, as bibliotecas *Pillow*⁵ e o módulo *ImageTk* foram empregadas para manipulação e exibição de imagens. Combinadas com a *DeepFace*, essas bibliotecas permitiram a análise de uma imagem enviada pelo próprio usuário. A biblioteca *Tkinter*⁶ foi utilizada para criar uma interface mais intuitiva, permitindo que qualquer usuário, independentemente de seu conhecimento em programação, possa utilizar o sistema, como é mostrado nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

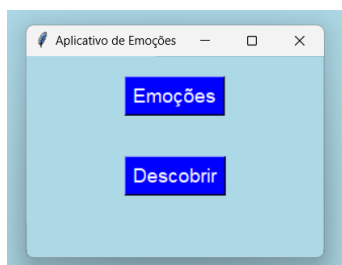


Figura 1. Tela inicial do detector de emoções

²Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/computer-vision/>

³Disponível em: <https://github.com/serengil/deepface>

⁴Disponível em: <https://opencv.org/>

⁵Disponível em: <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/>

⁶Disponível em: <https://docs.python.org/pt-br/3/library/tkinter.html>

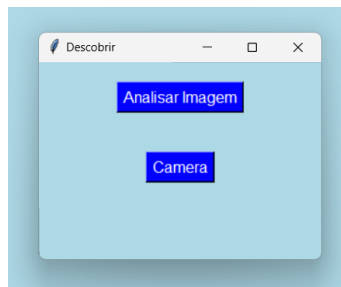


Figura 2. Tela descobrir do detector de emoções

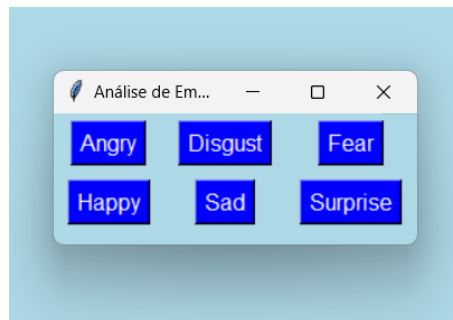


Figura 3. Menu de emoções do detector de emoções

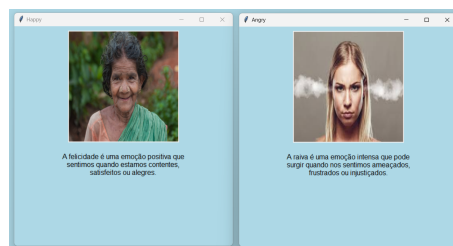


Figura 4. Tela de cada emoção do detector de emoções

Para acompanhar o desenvolvimento do projeto, realizamos testes em duas abordagens distintas, a análise por meio de imagens estáticas e em tempo real. Foram coletadas 18 fotografias de diferentes indivíduos, cada um apresentando uma variedade de expressões faciais. Optamos por uma maior quantidade de imagens que capturassem a região dos ombros para cima, pois acreditamos que esta perspectiva forneceria uma visão mais clara das expressões faciais. Após a coleta, as emoções presentes nas imagens foram cuidadosamente analisadas com o auxílio do detector de emoções desenvolvido neste estudo.

Na segunda abordagem, participaram 8 voluntários, todos sem diagnóstico de TEA. Durante esses testes, focamos na identificação e análise das seis emoções básicas: raiva, nojo, medo, felicidade, surpresa, tristeza e a emoção neutra. Os testes foram conduzidos ao longo de um período de uma semana no ano de 2024.

4. Resultados

Com a análise do tema, os resultados reforçam as informações apresentadas por Silva [Silva 2012], onde afirma que, apesar dos diferentes níveis, o espectro autista se caracte-

riza por habilidades sociais prejudicadas. Tendo isso em vista, destacamos a necessidade de mais pesquisas e intervenções para a melhora dessas habilidades.

As observações acima permitem pensar em formas e ferramentas para treinar habilidades necessárias para uma boa socialização. Os resultados desta pesquisa estão alinhados com os do estudo [Contreras-Ortiz et al. 2023], do qual são apresentados resultados favoráveis a implementação de ambientes virtuais de aprendizagem para pessoas com autismo. Compreende-se que há diversas vantagens ao unir o tratamento do TEA com a tecnologia.

Considerando as vantagens dessa união, a facilidade apresentada possibilita o tratamento precoce do transtorno, o que, conforme destacado por Adams et al. [Adams et al. 2008], é bastante benéfico para o indivíduo. No entanto, é importante lembrar que, além das facilidades, essa união também pode apresentar barreiras, como a falta de estrutura e conhecimento.

Diante dos achados, o estudo demonstrou que a utilização de ferramentas poderosas e atuais, como IA e visão computacional, podem ser extremamente úteis e benéficas no tratamento de habilidades sociais. A identificação de expressões faciais mostrou-se capaz de contribuir significativamente para o tratamento.

A aplicação desenvolvida em paralelo ao estudo mostrou-se capaz de analisar expressões faciais por meio de imagens fornecidas pelo usuário ou de forma ao vivo via webcam, traduzindo em palavras o sentimento associado à expressão em questão. Essa abordagem constitui uma maneira inovadora e atual de aprender sobre diferentes expressões.

Ademais, é importante ressaltar que a aplicação desenvolvida tem o intuito de auxiliar, e não substituir, profissionais ou treinamentos específicos para tal problemática. Esta ferramenta permite uma melhora considerável na percepção do indivíduo com autismo sobre diferentes perspectivas de sentimentos, consequentemente ajudando em um dos principais aspectos que nós, seres humanos, temos: a socialização [Umberson et al. 1996][Bandura et al. 1986][Schneider 1993].

Na parte prática, foram realizados testes de funcionalidade, onde analisamos expressões faciais em possíveis imagens que os usuários poderiam analisar utilizando a aplicação. Constatou-se uma boa funcionalidade, com uma taxa de acerto de 66.67%, de erro de 27.78% e 5.56% de análises que julgamos ser inconclusivas, para imagens fornecidas pelos usuários .

A Figura 5 mostra os resultados obtidos a partir de um gráfico de barras, segmentados por tipos de foto. No total, foram analisadas 18 fotos, sendo 14 capturadas do ombro para cima, 2 da cintura para cima e 2 mostrando apenas o rosto.

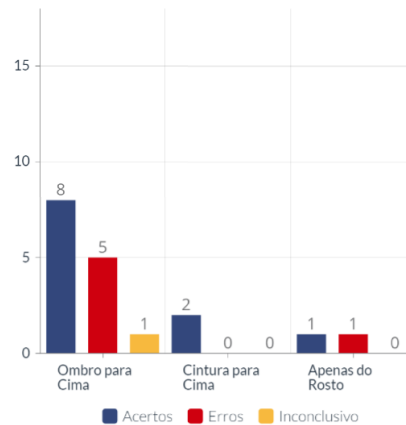


Figura 5. Resultados dos testes de análise por tipo de foto

O gráfico presente na Figura 6 mostra os resultados da análise de eficácia da função de reconhecimento de expressões faciais em tempo real pela webcam. O estudo foi conduzido com oito pessoas neurotípicas e analisou sete tipos de expressões. Os resultados indicaram que a aplicação teve uma taxa de acerto perfeita para a expressão de felicidade (100%), enquanto essa taxa para outras emoções variou. Especificamente, a taxa de acerto para raiva foi de 50%, nojo 0%, medo 62.5%, surpresa 75%, tristeza 75% e neutra 62.5%.

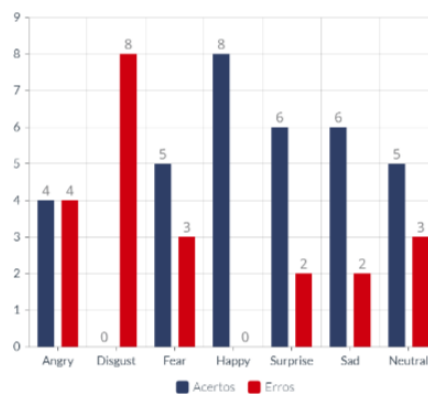


Figura 6. Resultados dos testes de análise por webcam

Ao analisar uma imagem, a porcentagem de cada emoção é fornecida ao usuário, permitindo-o que tenha uma base das emoções que poderiam estar ligadas com a expressão demonstrada. A Figura 7 apresenta exatamente a tela e as informações que o usuário tem acesso.

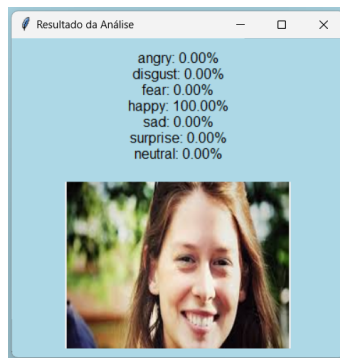


Figura 7. Tela de expressão analisada do detector de emoções

Na análise realizada por webcam, optou-se por uma interface mais simplificada, exibindo apenas as informações essenciais. Isso se deve ao fato de que a análise por webcam é mais exigente em termos de processamento, e a interface simplificada ajuda a preservar o bom funcionamento da aplicação. A tela apresentada ao usuário mostra a imagem capturada pela webcam, destacando a face analisada com um contorno ao redor do rosto. No canto superior direito, a emoção predominante detectada é indicada, conforme ilustrado na Figura 8 abaixo.

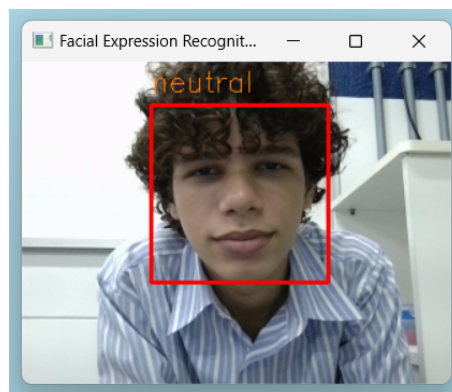


Figura 8. Tela de análise de expressão por webcam do detector de emoções

5. Discussão

Durante a leitura deste artigo, é possível questionar por que as habilidades sociais são frequentemente afetadas em indivíduos com TEA. Estudos como o presente no site *Applied Behavior Analysis*⁷, indicam que essa deficiência, prevalente em todos os níveis do espectro, está diretamente associada a várias características essenciais da condição. Conforme mencionado em [Volkmar 2013], tais características incluem as dificuldades na interpretação de sinais de comunicação não verbal. Esses aspectos sobrecarregam o indivíduo, levando ao isolamento social ou a comportamentos inadequados.

Como discutido no site *Applied Behavior Analysis*, "Dado que somos todo (...) animais sociais, a habilidade de prosperar (...) em ambientes sociais normais é crucial para

⁷Disponível em: <https://www.appliedbehavioranalysisedu.org/why-do-autistics-have-issues-with-social-skills/>

a felicidade e experiência humana típica”. Este trecho destacado evidencia a importância de desenvolver métodos para melhorar habilidades sociais. Por esta razão, neste estudo, a atenção esteve voltada para estratégias que mitigam os desafios enfrentados por autistas ao interpretar e responder a pistas sociais. Assim, quais estratégias poderiam ser adotadas para aprimorar a capacidade de reconhecer e interpretar emoções a partir de expressões faciais?

Diante das análises realizadas, com este estudo surgiu a aplicação de ferramentas baseadas em visão computacional para auxiliar na identificação e interpretação de expressões faciais, complementando o treinamento convencional oferecido por profissionais. Acredita-se que a integração da tecnologia como uma ferramenta no tratamento do Transtorno do Espectro Autista possa facilitar intervenções mais precoces.

Além disso, um benefício adicional dessa abordagem é sua conexão com o mundo do paciente, considerando o interesse predominante pela tecnologia na sociedade contemporânea. A ferramenta tecnológica desenvolvida, quando combinada com uma estratégia de *gamificação*⁸ bem planejada, incluindo os interesses específicos do indivíduo no espectro, mostra-se uma alternativa promissora para o tratamento [OLIVEIRA 2019].

Entretanto, é crucial reconhecer o potencial adverso da tecnologia, além de seu auxílio. Em determinados contextos, a infraestrutura necessária para a implementação das ferramentas propostas pode não estar disponível. Portanto, enfatizamos a importância de promover a inclusão generalizada. Garantir um ambiente adequado, oferecer capacitação para profissionais e pais que apoiarão seus filhos no uso do aplicativo, e assegurar a simplicidade tanto no funcionamento quanto na performance do código desenvolvido são essenciais.

A tecnologia de reconhecimento de expressões faciais desenvolvida neste trabalho representa uma abordagem prática e envolvente para aprender sobre emoções associadas a diferentes expressões faciais. Dessa forma a utilização de inteligência artificial e aprendizado de máquina nesse contexto abre um vasto leque de possibilidades. Em consonância com estudos existentes [Durkin and Conti-Ramsden 2007], acreditamos que a aplicação de IA no tratamento do TEA pode melhorar a compreensão emocional e a interação social de indivíduos autistas.

A análise dos resultados obtidos de testes realizados nesta pesquisa com pessoas neurotípicas voluntárias revelou um desempenho satisfatório na identificação de expressões faciais a partir de imagens estáticas fornecidas pelos usuários. Contudo, a análise em tempo real via webcam, embora tenha demonstrado resultados positivos, requer aprimoramentos. Especificamente, a identificação da expressão de nojo apresentou desafios, similarmente observados em outros estudos sobre reconhecimento de emoções [Bernard-Opitz et al. 2001].

É importante destacar que a aplicação desenvolvida não tem a intenção de substituir os tratamentos tradicionais, mas sim de funcionar como uma ferramenta complementar aos treinos de habilidades sociais. A IA e outras tecnologias devem ser vistas como assistentes no tratamento, não como substitutas dos profissionais de saúde.

⁸Gamificação é o uso de elementos de jogos, como desafios e recompensas, em contextos não relacionados a jogos, como educação e saúde, para motivar o engajamento e o aprendizado.

Adicionalmente, é essencial reconhecer a necessidade de adaptar a interface para atender às especificidades de indivíduos no espectro autista antes de sua implementação em cenários reais. Acrescenta-se ainda que no desenvolvimento da aplicação, não foi realizada uma análise adequada de interface e acessibilidade, dado que o foco do estudo era demonstrar a aplicação de visão computacional no contexto discutido.

6. Considerações Finais

Alinhados com Ana Beatriz [Silva 2012], compreende-se que a área da socialização e as habilidades sociais são comumente prejudicadas em indivíduos no espectro, independentemente do nível. O envolvimento com essa temática partiu do que foi exposto pelos autores [Pressbooks 2024, Lumen Learning 2024], onde foi destacada a importância da socialização na vida de qualquer ser vivo. Visto que uma das maiores dificuldades está na percepção de pistas sociais não verbais, este estudo focou em explorar a área das expressões faciais.

Para responder à questão norteadora, realizamos uma extensa revisão da literatura acadêmica, na qual constatamos que a utilização de ferramentas tecnológicas pode colaborar significativamente com o tratamento precoce do transtorno do espectro autista, cuja eficácia já foi comprovada por diversos autores [Adams et al. 2008]. Considerando que a maioria das pessoas atualmente tem acesso a um smartphone, conforme mostrado nos dados estatísticos do *Oberlo*⁹, a criação de ferramentas móveis para o tratamento incentivaria e facilitaria a intervenção precoce.

Além do desenvolvimento prático, foram realizados testes de performance da aplicação com pessoas neurotípicas, constatando-se uma taxa de acerto acima de 50%. Por fim, as poderosas tecnologias de visão computacional e inteligência artificial podem ser usadas no tratamento do TEA e no treino de habilidades sociais. No entanto, destacamos que a aplicação desenvolvida não está em sua versão final, sendo necessários testes, melhorias e adaptações para uso em situações reais.

Sugerimos para trabalhos futuros a criação de uma interface adaptada para o público alvo. Ademais, como ideias para planos de pesquisa, sugerimos a adaptação do nosso código para dispositivos móveis, facilitando o uso, considerando que é mais comum pessoas terem um smartphone do que um computador, conforme mostrado pela *Fundação Getúlio Vargas*¹⁰. Além disso, evidenciamos a importância da realização de testes com pessoas no espectro antes da utilização da ferramenta em ambientes e situações reais.

Referências

- Adams, J. B., Edelson, S. M., Grandin, T., and Rimland, B. (2008). Advice for parents of young autistic children (2008, revised).
- American Psychological Association (2021). Nonverbal communication.
- Bandura, A. et al. (1986). Social foundations of thought and action. *Englewood Cliffs, NJ*, 1986(23-28):2.

⁹Disponível em: <https://www.oberlo.com/statistics/how-many-people-have-smartphones>

¹⁰Disponível em: <https://portal.fgv.br/noticias/brasil-tem-424-milhoes-dispositivos-digitais-uso-revela-31a-pesquisa-anual-fgvcia>

- Bernard-Opitz, V., Sriram, N., and Nakhoda-Sapuan, S. (2001). Enhancing social problem solving in children with autism and normal children through computer-assisted instruction. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(4):377–384.
- Contreras-Ortiz, M. S., Marrugo, P. P., and Ribon, J. C. R. (2023). E-learning ecosystems for people with autism spectrum disorder: A systematic review. *IEEE Access*.
- Durkin, K. and Conti-Ramsden, G. (2007). Turn off or turn on? technology, television, and language in the home. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(10):1058–1065.
- Lumen Learning (2024). Introduction to sociology: Socialization. Accessed: 2024-06-04.
- Maenner, M. J. (2021). Prevalence and characteristics of autism spectrum disorder among children aged 8 years—autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, united states, 2018. *MMWR*, 70.
- McQuail, D. (2001). *Introdução à Teoria da Comunicação*. Loyola.
- OLIVEIRA, L. A. d. (2019). Aproximações entre habilidades sociais e gamificação em crianças com espectro autista: um estudo de levantamento bibliográfico.
- Pressbooks (2024). Introduction to sociology: Socialization. Accessed: 2024-06-04.
- Schneider, B. H. (1993). *Children's social competence in context: The contributions of family, school and culture*, volume 10. Psychology Press.
- Silva, A. B. B. (2012). *Mundo Singular: Entenda o autismo*. Editora Fontanar.
- Stravogiannis, A. L. (2020). *Autismo: Um olhar por inteiro*. Literare Books International, São Paulo.
- Thomas Malone, D. R. e. R. L. (2023). Machine learning, explained. <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/machine-learning-explained>. Acessado em: 2024-06-04.
- Umberson, D., Chen, M. D., House, J. S., Hopkins, K., and Slaten, E. (1996). The effect of social relationships on psychological well-being: Are men and women really so different? *American sociological review*, pages 837–857.
- Volkmar, F. R. (2013). Autism spectrum disorders. In Volkmar, F. R., editor, *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders*, pages 345–349. Springer.
- Zilbovicius, M., Meresse, I., and Boddaert, N. (2006). Autismo: neuroimagem. *Rev. Bras. Psiquiatr.*, 28:s21–s28.