

TERAPIA ASSISTIDA POR ROBÔ E O TEABOT: UMA EXPERIÊNCIA NA APAE DE SERRA TALHADA

José Antônio Pedro dos Santos¹
Júlio César da Costa Lopes²
Ellen Polliana Ramos Souza Pereira³

RESUMO

Pessoas que possuem a alexitimia enfrentam desafios em expressar e interpretar expressões faciais ou tons de voz, o que afeta a sua compreensão emocional e a capacidade de compreender as emoções dos outros. Pesquisas indicam que a prevalência desse distúrbio é significativamente maior em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista, atingindo quase 50% dessa população. Este trabalho apresenta o TEABot, um robô com inteligência artificial desenvolvido para auxiliar no treinamento das expressões faciais emocionais na terapia assistida por robô, conduzida pela equipe multidisciplinar da APAE de Serra Talhada. Nove crianças, com idades entre 2 e 9 anos, participaram ativamente, totalizando 42 sessões de terapia, com um tempo de interação de 950 minutos e o registro de 14 mil imagens pelo robô. As crianças demonstraram um alto nível de interesse durante as interações e o TEABot desempenhou um papel importante no processo de aprendizado emocional delas. Contudo, com a pandemia de COVID-19, muitos atendidos não puderam frequentar a associação por pertencerem a grupos de risco. Para contornar essa situação, o TEABot foi transformado em um aplicativo gamificado, para que os pacientes possam realizar tratamento em casa, de maneira divertida e segura.

Palavras-chave: Alexitimia; TEA; robô.

ABSTRACT

People with alexithymia face challenges in expressing and interpreting facial expressions and voice tones, impacting their emotional understanding and ability to recognize others' emotions. Research shows that the prevalence of this disorder is significantly higher in individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD), affecting nearly 50% of this population. This study presents the TEABot, a robot equipped with artificial intelligence designed to assist in emotional facial expression training through robot-assisted therapy conducted by the multidisciplinary team at APAE, Serra Talhada. Nine children, aged 2 to 9 years, actively participated in a total of 42 therapy sessions, with an interaction time of 950 minutes and 14,000 images recorded by the robot. The children showed a high level of interest during interactions, and the TEABot played a significant role in their emotional learning process. However, due to the COVID-19 pandemic, many participants could not attend the association as they were in high-risk groups. To address this, the TEABot was adapted into a gamified application, enabling patients to continue their therapy at home in a fun and safe manner.

Keywords: Alexithymia, ASD, Robot.

1 Mestrando - Universidade de Pernambuco. E-mail: japs@ecom.poli.br.

2 Graduando - Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: julio.lopes@ufrpe.br.

3 Doutora - Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: ellen.ramos@ufrpe.br.

INTRODUÇÃO

O termo Alexithymia, ou alexitimia em Português, foi apresentado pela primeira vez pelo psiquiatra (Sifneos, 1973), para caracterizar um grupo de pacientes com incapacidade para verbalizar as suas emoções, seja devido à falta de consciência dos sentimentos correspondentes a essas emoções, seja devido à confusão entre emoções e sensações corporais (Poquérusse et al., 2018).

A prevalência da alexitimia é relativamente alta em pacientes com transtornos mentais (Leweke et al., 2011) e as suas principais características são: a) dificuldade em identificar sentimentos e distinguir entre sentimentos e sensações corporais de excitação emocional; b) dificuldade em descrever sentimentos para outras pessoas; c) capacidade reduzida de fantasiar e imaginar; d) estilo cognitivo orientado externamente e vinculado a estímulos e, mais recentemente e e) baixa capacidade de adotar perspectivas e a dificuldade em entender e descrever as emoções dos outros (Poquérusse et al., 2018). Um outro grupo de pessoas que também é afetado pela dificuldade de representação das emoções são os portadores de deficiência intelectual (Zaza; Rojam 2008). No trabalho de Wishart et al. (2007), fenótipos comportamentais de pessoas com síndrome de Williams e síndrome de Down foram investigadas e constataram essas limitações.

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio do neurodesenvolvimento, caracterizado por dificuldades na comunicação e interação social e por padrões restritos ou repetitivos de comportamento ou interesses. O TEA também tem sido associado a dificuldades no processamento emocional, especialmente problemas em reconhecer emoções em outras pessoas (Kinnaird et al., 2019). Estudos indicam que há uma prevalência mais alta da Alexithymia em pessoas com TEA, atingindo quase 50% dessa população (Kinnaird et al., 2019). Para adolescentes com TEA, a taxa é de 55% (Poquérusse et al., 2018).

Pessoas que sofrem de alexitimia não conseguem interpretar expressões faciais ou tom de voz, comprometendo a compreensão das emoções dos outros. Como consequência, elas têm dificuldade em estabelecer relacionamentos sociais caracterizados por intimidade e proximidade, compreender as intenções e atitudes dos outros e tomar decisões moralmente relevantes, que levem em conta os pontos de vista dos outros (Poquérusse et al., 2018).

Por outro lado, a Robótica Socialmente Assistida abrange robôs capazes de interagir socialmente com as pessoas, utilizando recursos de fala, gestos ou outros meios de comunicação. Outra característica é a capacidade de auxiliar indivíduos que necessitam de cuidados especiais, seja pelo fornecimento de tratamentos para aprimorar habilidades específicas ou como suporte em atividades cotidianas (Goulart et al., 2015, Scassellati; Admoni; Mataric, 2012). Em comparação com os humanos, os robôs demonstram ser mais previsíveis, sistematizados, menos complexos e menos angustiantes ao interagir com crianças com TEA (Costa et al., 2017).

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar o TEABot, um robô social assistivo com o objetivo de auxiliar nas sessões de terapia para pacientes com sintomas de alexitimia atendidos pela Associação de Pais e Amigos do Excepcionais de Serra Talhada (APAEST), uma das 26 APAEs de Pernambuco, que assiste cerca de 900 pessoas com deficiência nas suas principais áreas de atuação. O TEABot foi desenvolvido no âmbito do Projeto de Extensão em Inclusão Digital, que existe desde 2017, em parceria com o curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

Além dessa seção introdutória, a Seção 2 apresenta os principais conceitos relacionados à Terapia Assistida por Robô. A Seção 3 descreve a evolução do TEABot ao longo dos anos e, principalmente, após a pandemia de COVID-19. A Seção 4 apresenta o robô social assistivo, TEABot, e a experiência da terapia assistida por robô realizada pela equipe multidisciplinar da

APAEST. Na Seção 5, é apresentado o TEABot no formato de aplicativo gamificado, bem como a avaliação de satisfação dos assistidos da APAEST que fazem parte do Projeto de Inclusão Digital, em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Por fim, a Seção 6 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2. TERAPIA ASSISTIDA POR ROBÔ

Goulart et al. (2015) afirmam que é notória a importância social que a Robótica vem assumindo atualmente no mundo, uma vez que a quantidade de robôs com a capacidade de melhorar a qualidade de vida de pessoas com algum tipo de deficiência é crescente. Para Scassellati, Admoni e Mataric (2012), o termo Robótica engloba diversas subáreas, sistemas e aplicações de pesquisa que abordam a navegação, manipulação, sistemas médicos e de automação. Além disso, na Robótica possui a possibilidade de ser classificada em: robôs fisicamente presentes, robôs virtuais, computação afetiva e outras intervenções tecnológicas para terapia com autistas.

A Robótica vem sendo decomposta em três subáreas, as quais estão definidas em um contexto social, assistivo e socialmente assistivo. De acordo com Goulart et al. (2015) e Scassellati; Admoni e Mataric (2012), uma subárea da robótica é a Robótica Social, que envolve robôs capazes de realizar interações sociais entre as pessoas, utilizando recursos de fala, gestos ou algum outro meio de comunicação. Outra subárea é a Robótica Assistiva, na qual atuam robôs com a capacidade de auxiliar pessoas que necessitam de cuidados especiais, seja pela realização de um tratamento para aprimorar alguma habilidade ou suporte na realização de atividades para pessoas com deficiência física, na qual robôs auxiliam pacientes a realizarem movimentos terapêuticos repetitivos, como seria feito por um fisioterapeuta.

Já a Robótica Socialmente Assistiva, engloba as duas subáreas citadas, com enfoque maior na expressividade emocional, no desenvolvimento do usuário, na aparência física e na robustez durante a interação. Para Scassellati, Admoni e Mataric (2012), essas características são particularmente importantes, pois devem auxiliar o usuário, orientar, motivar e influenciar a mudança de comportamento. Esses autores ainda afirmam que o campo da Robótica Social Assistiva é interdisciplinar, partindo da robótica até fisiologia, psicologia, sociologia, entre outros campos.

Os robôs podem ser caracteristicamente humanoides ou não humanoides. Segundo Sabino (2009), para um robô ser considerado humanoide o mesmo deve possuir características e potencialidades que são existentes no seres humanos. Os componentes devem utilizar técnicas de implementação e adaptação que proporcionem à máquina conseguir realizar movimentos ou dispor de uma aparência similar a uma pessoa. Por isso, entende-se como robô não humanoide os que não possuem essas características humana na sua estrutura física. Aslam et al. (2016) relatam, nesse sentido, que o uso de robôs com características não humanoides oferece resultados semelhantes ou até superiores do que robôs com características humanoides, quando aplicados com crianças com alguma deficiência intelectual. Para Robins et al. (2010), os robôs podem desenvolver o interesse e uma ampla variedade de interações em crianças com autismo, além de estimular as habilidades de interações sociais, como o contato visual e a imitação.

3. TEABOT

O TEABot surgiu em 2018, conforme apresentado na Figura 1, inicialmente como um robô social assistivo (Santos et al., 2018). O nome do robô é composto por duas partes: TEA, sigla para o Transtorno do Espectro do Autismo e “bot”, que significa robô em inglês. O TEABot foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar nas sessões de terapia para pacientes com alexitimia atendidos pela APAEST. No entanto, em 2020, com a pandemia de COVID-19, muitos

atendidos, por fazerem parte de grupos de risco, não puderam frequentar a associação e, por esse motivo, o TEABot foi transformado em um aplicativo gamificado, para que os pacientes pudessem continuar o tratamento em casa, de forma segura e divertida.

Figura 1: Evolução do TEABot



Fonte: Autores (2023)

A primeira versão do TEABot foi projetada em um formato semelhante ao de um carro, pois é facilmente associado a um brinquedo comum, ao invés de um robô humanoide. O robô é equipado com um display LCD sensível ao toque de 3,5 polegadas, posicionado na frente do robô. Logo abaixo, uma câmera foi instalada para capturar discretamente as imagens das expressões faciais do participante. Ele também inclui um alto-falante para a reprodução de áudio. Com os resultados da primeira avaliação (Santos et al., 2018), o robô passou por melhorias, resultando na versão de 2019, utilizada na terapia assistida por robô, apresentada na Seção 4.

Em 2020, conforme mencionado anteriormente, o TEABot foi adaptado em formato de aplicativo, utilizando recursos do Programa Centelha/PE, executado pela FACEPE. Esse aplicativo usa a inteligência artificial para identificar as expressões faciais do paciente e personalizar o aprendizado, oferecendo uma abordagem de tratamento mais inteligente e lúdica. O objetivo era atender a dois perfis de usuários: terapeutas e pacientes. Contudo, durante as primeiras avaliações com os pacientes, percebeu-se que estes não demonstraram interesse em utilizar o aplicativo. Diante disso, o TEABot passou por mudanças na interface e foi transformado em uma experiência gamificada, para que os usuários pudessem interagir de maneira mais envolvente. Os detalhes sobre o aplicativo e a avaliação de acessibilidade são fornecidos na Seção 4.

4. TEABOT: ROBÔ PARA TREINAMENTO DE EXPRESSÕES FACIAIS EMOCIONAIS PARA PESSOAS COM TEA

Para construção do nosso robô TEABot, separamos o desenvolvimento em duas grandes atividades, sendo elas: a) a construção física e b) a construção lógica.

A construção física está relacionada aos materiais físicos, como: placas de plástico, madeira e equipamentos de hardware utilizados para o funcionamento do robô. Nessa atividade, optamos por utilizar uma característica não humanóide. Dessa forma, o TEABot possui semelhança a um carro de brinquedo construído em madeira, tendo em vista que a maior parte

de pessoas com autismo é do sexo masculino. A Tabela 1 apresenta os materiais utilizados para a sua total construção e o custo de cada item totalizaram R\$ 1.020,00. Vale destacar que esses valores oscilam muito e, atualmente, esses itens podem apresentar valores diferentes dos mencionados.

Para controlar todos os componentes e ações do robô, foi utilizada uma placa Raspberry Pi 3 Modelo B, uma vez que ela oferece capacidade de processamento que supre as necessidades do projeto e proporciona baixo custo na montagem e manutenção do robô, em conjunto com o sistema operacional Raspbian Stretch, sistema já embarcado na placa que fornece suporte para maioria dos componentes eletrônicos de baixo custo disponíveis no mercado.

Tabela 1: Custo dos equipamentos do TEABot

Equipamento/serviço	Custo (R\$)
Raspberry PI 3 Modelo B	300,00
Câmera webcam USB	50,00
Display de LCD 7 polegadas sensível ao toque (Genérico)	300,00
Carregador de bateria portátil de 10000mAh	110,00
Cartão de memória micro SD de 8Gb	25,00
Cabo HDMI flexível	20,00
Caixas de som P2	35,00
Estrutura física construída em madeira	180,00
TOTAL	1020,00

Fonte: Autores (2019)

Utilizamos uma câmera USB conectada à placa Raspberry para realizar a captura das imagens dos participantes. Esse dispositivo oferece qualidade de imagem satisfatória para baixo custo de manutenção e compatibilidade com o sistema de reconhecimento facial emotivo, que será abordado mais à frente

. O som é reproduzido por um conjunto de caixas de som USB e a apresentação das imagens é realizada em uma tela LCD de sete polegadas, sensível ao toque, adaptada de um tablet, oferecendo menor custo quando comparada à tela disponibilizada pelos canais oficiais do Raspberry. Por fim, todo o sistema é alimentado por uma bateria portátil de 10000mAh, a qual oferece uma autonomia de 4 a 6 horas para todo o sistema.

A segunda grande atividade engloba todo o desenvolvimento do sistemas do TEABot, como Linguagens de programação, modelos de Machine Learning e. Utilizamos a linguagem de programação Python 2.7.15, em conjunto com a biblioteca de interface gráfica de código aberto Kivy e a biblioteca Pygame para reprodução de sons. Incorporamos o sistema de reconhecimento facial desenvolvido por Barros, Weber e Wermter (2015), o qual é capaz de detectar, por uma imagem da expressão facial, a probabilidade para cada uma das seis expressões universais. Esse sistema foi escolhido em consequência de apresentar uma precisão de 72,7% na sua capacidade de reconhecimento (Barros; Weber; Wermter, 2015).

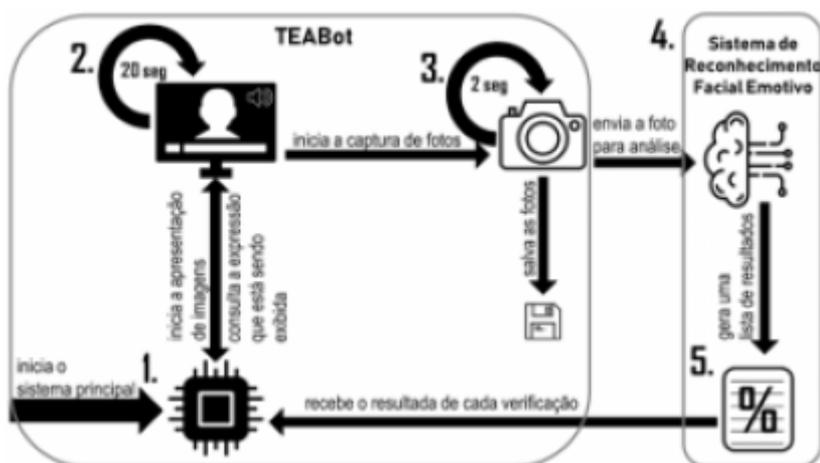
O robô utiliza imagens coletadas do Google para realizar o treinamento, com expressões de pessoas reais, que representam as seis emoções faciais universais definidas por Ekman; Friesen (2003). Em razão disso, são mencionadas como imagens emotivas ou com expressões emotivas. Um conjunto de imagem é formado por uma única imagem emotiva para cada emo-

ção. No total, foram construídos nove conjuntos de imagens, totalizando 54 imagens emotivas. Com o objetivo de oferecer expressões ricas em detalhes aos participantes, todas as imagens abrangem expressões faciais representadas por pessoas, compostas por diferentes características, culturas e idades, entregando maior diversidade aos participantes.

A Figura 2 apresenta a arquitetura geral do sistema. A sequência abaixo descreve a função de cada item apresentado na arquitetura geral do sistema:

- a) Sistema principal - responsável por controlar todos os outros sistemas e verificar a assertividade das emoções;
- b) Sistema de apresentação de imagens - responsável por exibir as imagens emotivas, apresentar mensagens aos usuários e reproduzir os sons;
- c) Sistema de captura fotográfica - captura e salva as imagens do rosto dos usuários enquanto estiverem treinando as emoções;
- d) Sistema de reconhecimento facial emotivo desenvolvido por Barros, Weber e Wermter (2015) - identifica a intensidade de cada emoção existente em uma imagem;
- e) Resultado - envia o resultado, da assertividade ou não do usuário, sobre a emoção apresentada para ser tratado pelo sistema principal.

Figura 2: Arquitetura geral do sistema do robô TEABot



Fonte: Autores (2019)

O sistema se comporta da seguinte forma: ao ser alimentado por energia, automaticamente é iniciada a apresentação das imagens emotivas, o sistema fica aguardando a interação de toque na tela pelo usuário para dar início ao treinamento das expressões. Sons são reproduzidos com mensagens de boas vindas, informando qual expressão está sendo exibida e outras frases de interação. Em paralelo a isso, o robô captura fotos do rosto do participante e verifica a assertividade das emoções.

A avaliação do TEABot foi realizada em duas etapas: fizemos um experimento preliminar na APAEST, no mês de abril de 2018, com dez participantes, com idades entre 8 e 16 anos. Nesse experimento, cada participante foi submetido até cinco sessões de treinamento em uma primeira versão do robô. Essa avaliação ocorreu em uma sala reservada, com o participante, dois pesquisadores e, por vezes, um dos responsáveis pela criança quando presentes no experimento. As atividades foram mediadas por apenas um dos pesquisadores presentes na sala. Os participantes foram incentivados a imitar as expressões faciais exibidas pelo robô e, em nenhum momento, foram forçados a interagir com o robô ou a permanecerem na sala por todo o período da sessão. Com a realização dessa avaliação preliminar, tornou-se possível identificar que

houve um crescente interesse em se relacionar com o robô por parte dos participantes (Santos et al., 2018).

Para a segunda etapa de avaliação, foram selecionados nove participantes com TEA e/ou com dificuldades em expressar emoções. Essa escolha foi realizada pela equipe multidisciplinar da APAEST, a qual é formada por: uma terapeuta ocupacional, uma psicóloga e uma fonoaudióloga. Essa equipe mediou as atividades entre os indivíduos e o robô durante as sessões.

Os participantes escolhidos foram crianças com idade entre 2 e 9 anos, que apresentam dificuldade em expressar emoções pela comunicação verbal e expressão facial. Os pais dos participantes aceitaram e assinaram um termo de livre consentimento para a participação dos seus filhos nesse experimento. Cada participante foi submetido até nove sessões individuais de treinamento com o robô. As atividades ocorreram nos meses de novembro e dezembro de 2018, totalizando 14 sessões.

As sessões ocorreram na sala de estimulação sensorial da APAEST com a mediação de, pelo menos, uma das profissionais da equipe multidisciplinar, em razão de conhecer cada participante pelos atendimentos realizados na associação a eles. Em nenhum momento os participantes desse experimento foram forçados a interagir com o robô ou a permanecerem na sala por todo o período. A Figura 3 evidencia o desenho experimental desenvolvido e empregado neste trabalho.

Figura 3: Desenho Experimental



Fonte: Autores (2019)

O pesquisador esteve presente em todas as sessões e durante todo o período de tempo observou os participantes em um local afastado da sala e coletou dados sobre a interação. Após o término da última sessão, o pesquisador realizou uma entrevista com os pais dos participantes por um questionário. Além disso, também foi aplicado um questionário a cada uma das três terapeutas que participaram do experimento.

A Tabela 3 contém as informações coletadas nas entrevistas. Para garantir a confidencialidade dos participantes, cada um recebeu uma identificação única, como é possível visualizar na coluna “ID” da tabela. A coluna “Idade” contém a idade de cada um dos participantes, seguida do gênero. As colunas “Feliz”, “Surpresa”, “Triste”, “Raiva”, “Nojo” e “Medo”, indicam quais dessas emoções cada participante consegue reconhecer (REC) e representar (REP) em conformidade com as perguntas respondidas pelos seus pais. Os integrantes do experimento participaram de até duas sessões semanais. As sessões de cada participante variaram de 1 a 9 sessões, visto que alguns participantes se ausentaram e, em alguns casos, o participante não quis

interagir com o robô ou imitar as expressões solicitadas. A Figura 6 apresenta quatro imagens capturadas durante as sessões.

Tabela 3: Relatório das sessões do participante P1

Sessão	Duração	Expressões Realizadas					
		Feliz	Surpresa	Triste	Raiva	Nojo	Medo
	Triagem	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
1	30	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
2	30	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
3	30	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
4	25	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM
5	25	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM
6	25	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
7	25	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM
8	20	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
9	20	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Fonte: Autores (2019)

Com um total de 14 dias dedicados à execução do experimento, foram realizadas 42 sessões com os participantes. Foi atingido o tempo de 950 minutos de interação com o robô e capturadas mais de 14 mil imagens pelo TEABot. Pela análise dos resultados obtidos, tornou-se possível identificar que todos os participantes possuem algumas dificuldades em imitar expressões faciais de emoções negativas, como: tristeza, raiva, nojo e medo. A emoção de felicidade foi a que apresentou maior facilidade na representação, seguida pela emoção de surpresa, em que os participantes demonstraram maior disposição em realizá-la. Entretanto, as expressões de raiva e nojo foram as que obtiveram o menor número de acertos por parte dos participantes, respectivamente.

Figura 5: Imagens da 2ª a 9ª sessão do participante P1 treinando a expressão “feliz”



Fonte: Autores (2019)

Contudo, parte dos indivíduos expressavam sons para expressar a emoção de raiva e pronunciavam a palavra “eca”, mesmo sem conseguir imitar a expressão de nojo. Por isso, acredita-se que o participante compreendeu a emoção, porém não conseguiu articular os movimentos necessários para representá-la corretamente. A emoção de raiva e tristeza foram as quais

alguns participantes mais se recusaram a imitá-las inicialmente. Durante os treinamentos, foi possível observar que sempre que era solicitada

a uma nova expressão, os indivíduos menores de cinco anos direcionaram seu rosto para uma das mediadoras e, só após alguns momentos ou a pedido da mediadora, é que olhavam para o robô. Por esse motivo, houve um alto número de capturas insignificantes, as quais o sistema não conseguia reconhecer as emoções.

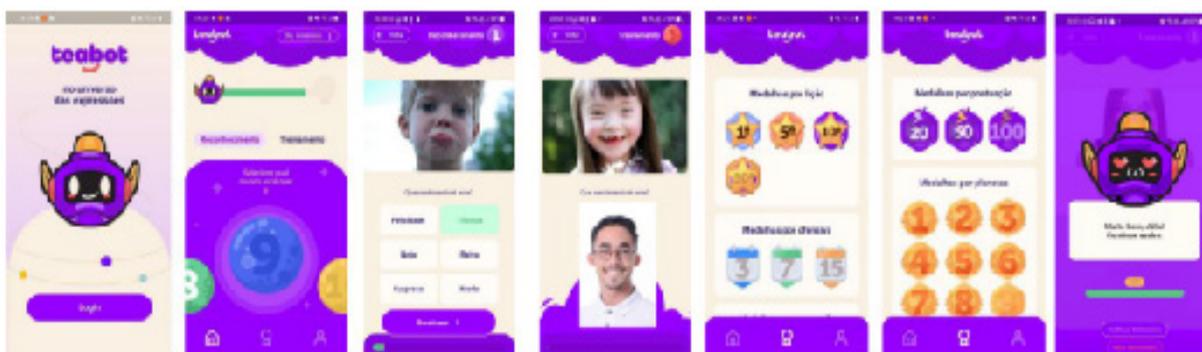
Para a emoção de raiva, as expressões apresentadas continham rostos com a sobrancelha franzida e três participantes tentaram franzir a sua própria sobrancelha com o auxílio dos seus dedos. Uma observação curiosa obtida no experimento aconteceu no treinamento da expressão de tristeza, que é rapidamente identificada pelo sistema de reconhecimento emotivo mesmo quando o participante não tenta imitar tal expressão. Uma suposição para esta ocasião é que a expressão neutra encontrada nos rostos dos participantes é associada à tristeza, pelo sistema de reconhecimento facial emotivo. Outro caso que foi possível perceber é que uma parte dos participantes, ao tentar imitar a expressão de nojo, tenta falar a palavra “eca”, mesmo sem conseguir imitar essa expressão, mas exercitando a comunicação verbal.

5. TEABOT NO UNIVERSO DAS EXPRESSÕES

O aplicativo TEABot utiliza inteligência artificial para o treinamento e o reconhecimento de expressões faciais emocionais para pessoas com TEA. O seu principal objetivo é proporcionar aos usuários uma experiência lúdica e divertida de aprendizado sobre emoções. No contexto do jogo, o mascote chamado TEABot se encontra imerso em um universo de expressões e precisa urgentemente de ajuda para aprender todas elas. Ao longo da sua jornada por diferentes planetas, os jogadores enfrentam o desafio de auxiliar o TEABot a aprimorar as suas habilidades de expressão emocional.

O aplicativo, apresentados na Figura 4, foi desenvolvido com o objetivo de atender a terapeutas e pacientes. Para os terapeutas, o aplicativo proporciona a possibilidade de avaliar e acompanhar o progresso dos seus pacientes. Além disso, eles conseguem configurar os treinamentos que podem ser realizados tanto no ambiente doméstico como no consultório. Já para os pacientes, o aplicativo oferece uma experiência lúdica de aprendizado sobre emoções. Eles podem se engajar em um treinamento personalizado que faz uso de inteligência artificial para facilitar o processo de aprendizagem das emoções. Ao utilizar o aplicativo, os pacientes têm a oportunidade de explorar e compreender as emoções de uma maneira interativa e envolvente.

Figura 6: Telas do aplicativo/jogo TEABot



Fonte: Autores (2023)

O TEABot traz como diferencial de seus concorrentes para os pacientes duas funcionalidades principais: o Módulo de Reconhecimento e o Módulo de Treinamento (Tabela 2). No Módulo de Reconhecimento, os usuários se deparam com imagens/vídeos retratando diversas emoções, sendo a sua tarefa identificar a emoção apresentada através da seleção de uma das seis opções disponíveis. Já o Módulo de Treinamento tem como propósito treinar os pacientes em relação a cada uma das seis emoções universais, adaptando-se ao desenvolvimento individual de cada pessoa. O software disponibiliza imagens/vídeos contendo diversas emoções para que o paciente possa imitá-las. Em seguida, o aplicativo captura várias imagens e, pelo uso de inteligência artificial, realiza o reconhecimento facial para avaliar o progresso do paciente ao longo do treinamento.

Levando em consideração a importância de efetuar testes e validações do aplicativo antes de disponibilizá-lo para uso da população em geral em plataformas digitais, foi realizado um teste utilizando o GameFlow (Sweetser and Wyeth, 2005). O GameFlow é um instrumento amplamente reconhecido na literatura, utilizado para avaliar a experiência do jogador ao usar o jogo. Essa avaliação é fundamental para garantir que o aplicativo proporcione uma experiência satisfatória e envolvente aos usuários, contribuindo para a sua eficácia e usabilidade.

Tabela 4: Tabela comparativa das funcionalidades dos concorrentes

	TEABOT	Michelzinho	Expressar	Projecta Expresiones	Autimo
Reconhecimento de expressões	X		X	X	X
Treinamento de expressões	X	X			
Acompanhamento da evolução	X	X		X	
Narração	X	X		X	
Módulo para o Terapeuta	X	X			
Avaliação	X				
Treinamento Individualizado	X				
Gameficação	X				
Idioma	Port/Ing/Esp	Português	Português	Inglês	Inglês

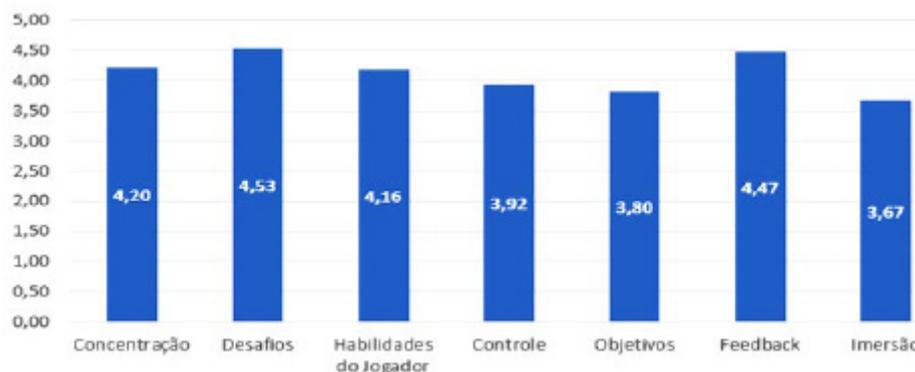
Fonte: Autores (2023)

Nesse sentido, o questionário do GameFlow foi adaptado para esta pesquisa e foi aplicado a um grupo de 17 pessoas com TEA, com idades entre 5 e 20 anos, sendo 14 meninos e 3 meninas. Dos 17 participantes, 59% conseguiram responder ao questionário por completo (10), 29% responderam parcialmente (5) e 12% não responderam (2). A Figura 5 mostra os resultados de satisfação do jogador do GameFlow, ao utilizar o jogo TEABot. É relevante destacar que os dados analisados foram obtidos apenas a partir das respostas completas dos 10 participantes.

Os resultados evidenciam a capacidade do jogo em proporcionar uma experiência satisfatória aos jogadores, revelando o potencial do TEABot como uma ferramenta para diversão e aprendizado, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades emocionais. Ao mesmo tempo, os resultados também apontam áreas que podem ser aprimoradas no jogo. Essas melhorias incluem automatizar a transição para a próxima etapa após a conclusão de uma fase, reduzir a quantidade de texto e tornar as opções de resposta mais concisas no módulo de reconhecimento, criar interação entre o mascote do jogo e os jogadores após cada planeta e aprimorar o recur-

so de narração para garantir uma reprodução rápida e consistente dos áudios. Essas mudanças visam aprimorar ainda mais a experiência do jogador.

Figura 7: Média de satisfação dos componentes do GameFlow



Fonte: Autores (2023)

6. CONCLUSÃO

Neste estudo, apresentamos o TEABot nas versões robô e aplicativo. Para a versão robô, foi implementado um sistema capaz de apresentar e reconhecer as seis expressões faciais universais, utilizando a linguagem de programação Python, a biblioteca Kivy e Pygame, incorporando o sistema de reconhecimento facial desenvolvido por Barros, Weber e Wermter (2015).

Ademais, foi apresentado o seu uso na Terapia Assistida por Robô na APAEST, com a participação de nove crianças que possuem dificuldades em representar expressões faciais emocionais. De acordo com os experimentos realizados, foram apresentadas evidências de que um robô de baixo custo pode ser utilizado por psicólogos, terapeutas e fonoaudiólogas para o tratamento da alexitimia

O aplicativo foi criado com o propósito de atender a terapeutas e pacientes. Os terapeutas poderão utilizar o aplicativo para avaliar e acompanhar o progresso dos pacientes. Os pacientes utilizarão o aplicativo para aprender sobre emoções a partir de um treinamento personalizado que faz uso de inteligência artificial. O sistema de inteligência artificial está equipado com dois modelos de aprendizado de máquina: um para classificar as imagens com expressões faciais capturadas em uma das seis emoções universais e o outro modelo está encarregado de gerar sequências personalizadas para cada usuário com as emoções para serem utilizadas durante a sessão de treinamento. Por fim, relatamos o processo de avaliação de satisfação do aplicativo pelo modelo GameFlow para pessoas com TEA. Os resultados destacam a capacidade do aplicativo em proporcionar uma experiência satisfatória para os jogadores, ao mesmo tempo em que apontam alguns pontos de melhoria.

O TEABot, na versão de um robô, foi bem aceito pelo público e apresentou resultados positivos quando utilizado em terapias. No entanto, é de extrema importância validar o aplicativo antes de disponibilizá-lo em plataformas digitais para uso da população. Como trabalhos futuros, serão implementadas as devidas melhorias no jogo e será conduzido um testes de acessibilidade para pessoas com TEA. Com o objetivo de avaliar a eficácia do jogo como recurso terapêutico, será conduzida uma análise comparativa na qual um grupo de pacientes passará por treinamento emocional utilizando métodos tradicionais, enquanto outro grupo utilizará o jogo. Por fim, o jogo será disponibilizado na Play Store e na Apple Store, plataformas de distribuição de aplicativos móveis para dispositivos Android e iOS, respectivamente.

7. REFERÊNCIAS

- ASLAM, S. et al. A comparison of humanoid and non-humanoid robots in supporting the learning of pupils with severe intellectual disabilities. In: **IEEE - Interactive Technologies and Games (iTAG)**. [s.l.]: International Conference on, 2016.
- BARROS, P.; WEBER, C.; WERMTER, S. Emotional expression recognition with a cross-channel convolutional neural network for human-robot interaction. In: **IEEE - Humanoid Robots (Humanoids)**. [s.l.]: International Conference on., 2015.
- COSTA, A. P. et al. Socially assistive robots for teaching emotional abilities to children with autism spectrum disorder. In: **Proceedings 3rd Workshop on Child-Robot Interaction at Hri**. 2017. Disponível em: www.researchgate.net/publication/327915769_Socially_assistive_robots_for_teaching_emotional_abilities_to_children_with_autism_spectrum_disorder. Acesso em: 28 dez. 2018.
- EKMAN, P.; FRIESEN, W. V. **Unmasking the face**: A guide to recognizing emotions from facial clues. [s.l.]: Ishk, 2003.
- GOULART, C. et al. MARIA: Um Robô para Interação com Crianças com Autismo. XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 12, 2015, Natal, RN, Brasil.
- KINNAIRD, E.; STEWART, C.; TCHANTURIA, K. Investigating alexithymia in autism: A systematic review and meta-analysis. **European Psychiatry**, Cambridge University Press, v. 55, p. 80-89, jan. 2019.
- LEWEKE, F. et al. Is Alexithymia Associated with Specific Mental Disorders. **Psychopathology**, S. Karger AG, Basel. v. 45, n. 1, p. 22-28, nov. 2011.
- POQUÉRUSSE, J. et al. Mindfulness for autism. **Advances in neurodevelopmental disorders**, Springer, v. 5, p. 77-84, mar. 2021.
- ROBINS, B. et al. Tactile interaction with a humanoid robot for children with autism: A case study analysis involving user requirements and results of an initial implementation. In: International Symposium in Robot and Human Interactive Communication, 19., 2010, Viareggio, Italy. **IEEE**, 2010.
- SABINO, R. S. **Estrutura Híbrida de Locomoção para um Robô Humanóide**. Dissertação de Mestrado. University of Western Sydney (Australia), 2009.
- SANTOS, J. A. P.; MOREIRA, E.; SOUZA, E. Assistive robotics for teaching emotional abilities to children and young with autism spectrum disorder. In: **Workshop on Intelligent Assistive Computing**. Rio de Janeiro: IEEE WCCI World Congress on Computational Intelligence, 2018.
- SCASSELLATI, B.; ADMONI, H.; MATARI'c, M. Robots for use in autism research. **Annual Review of Biomedical Engineering**, Annual Reviews, v. 14, n. 1, p. 275-294, ago. 2012.
- SIFNEOS, P. E. The prevalence of 'alexithymic' characteristics in psychosomatic patients. **Psychother Psychosom**, S. Karger AG Basel, Switzerland, v. 22, n. 2-6, p. 255-262, dez.1973.
- SWEETSER, P.; WYETH, P. GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. **Computers in Entertainment (CIE)**, Association for Computing Machinery, v. 3, n. 3, p. 3-3, jul. 2005.

WISHART, J. G. et al. Understanding of facial expressions of emotion by children with intellectual disabilities of differing aetiology. **Journal of intellectual disability research**, Wiley Online Library, v. 51, n. 7, p. 551-563, jul. 2007.

ZAJA, R. H.; ROJAHN, J. Facial emotion recognition in intellectual disabilities. **Current Opinion in Psychiatry**, Lippincott Williams & Wilkins, v. 21, n. 5, p. 441-444, set. 2008.