

Emotismo: Um aplicativo para auxiliar crianças no espectro autista a reconhecer e reproduzir emoções

Gustavo M. Nunes¹, Yuska Paola Costa Aguiar

Departamento de Ciências Exatas – Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Rio Tinto – PB – Brazil

{gustavo.maciél, yuska}@dcx.ufpb.br

Abstract. *Emotismo is a mobile application, for the Android platform, which aims to assist children within the Autism Spectrum Disorder (ASD) in the recognition and proper use of facial expressions to represent the primary emotions. It has three main activities: (i) presentation of emotions from socio-emotional contexts associated with photos; (ii) imitation of facial expressions to represent one of the emotions, followed by analysis via facial recognition; (ii) identification of emotion given the presence of a socio-emotional context. Emotismo allows caregivers (parents, therapists, educators, etc.) of children with autism to personalize the socio-emotional contexts to be worked on, according to the particularities of each child. Also, it allows viewing the time of use and performance for the activities performed by the child. Its development was preceded by an analysis of similar solutions and considered specific recommendations for the development of digital resources for individuals with autism and/or cognitive and learning disabilities. It is hoped that the free availability of Emotismo can contribute so that the socio-emotional interactions of people with autism can improve.*

Resumo. *O Emotismo é um aplicativo mobile, para a plataforma Android, que tem por objetivo auxiliar crianças dentro do Transtorno do Espectro Autista (TEA) no reconhecimento e uso adequado de expressões faciais para representar as emoções primárias. Ele dispõe de três atividades principais: (i) apresentação das emoções a partir contextos socioemocionais associados à fotos; (ii) imitação das as expressões faciais para representar uma das emoções, seguida de análise via reconhecimento facial; (iii) identificação de uma emoção dada a apresentação de um contexto socioemocional. O Emotismo permite aos cuidadores (pais, terapeutas, educadores, etc.) das crianças com autismo personalizar os contextos socioemocionais a serem trabalhados, de acordo com as particularidades de cada criança. Além disso, permite visualizar o tempo de uso e o desempenho para as atividades realizadas pela criança. Seu desenvolvimento foi precedido por uma análise de soluções similares e considerou recomendações específicas para o desenvolvimento de recursos digitais para indivíduos com autismo e/ou déficit cognitivo e de aprendizagem. Espera-se que a disponibilização gratuita do Emotismo possa contribuir para que as interações socioemocionais das pessoas com autismo possam melhorar.*

¹ Trabalho de conclusão de curso, sob orientação da professora Yuska Paola Costa Aguiar submetido ao Curso de Licenciatura em Ciência da Computação do Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCA) da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de LICENCIADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

1. Introdução

A Organização Pan-Americana da Saúde [OPAS, 2017] estima que 1 em cada 160 crianças no mundo estão dentro do espectro autista. De acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) [APA, 2013], o Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por: (i) déficits persistentes na comunicação social e interação social em múltiplos contextos; por (ii) padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades, e por (iii) hiper ou hipo reatividade a estímulos sensoriais ou, mesmo, interesse incomum por aspectos sensoriais do ambiente, como por exemplo fascínio visual por luzes ou objetos que rodam, resposta adversa a sons ou texturas específicos, cheiro ou toque excessivos de objetos, aparente indiferença à dor, calor ou frio.

O déficit na reciprocidade socioemocional e na comunicação verbal ou não-verbal, prejudica as interações sociais desses indivíduos, que enfrentam barreiras para desenvolver, manter e compreender relacionamentos [Dapogny *et al.*, 2019]. Este cenário é transversal à vida do indivíduo com autismo e causa prejuízo, clinicamente significativo, no seu funcionamento social, profissional e afetivo. Um dos elementos que se destaca neste contexto, é a dificuldade de interpretação e reprodução adequada de expressões faciais quando associadas às emoções. Segundo Dapogny *et al.* (2019), reconhecer e reproduzir corretamente expressões faciais são componentes chaves na comunicação emocional e permitem que as pessoas expressem e entendam emoções.

Na literatura estão disponíveis diversos estudos que demonstram e investigam a relação entre o autismo e a dificuldade em reconhecer emoções, como por exemplo: comparações na performance do reconhecimento de emoções entre crianças neurotípicas² e crianças neurodiversas [Uljarevic e Hamilton 2013; Balconi, Amenta e Ferrari, 2011; Rump *et al.*, 2009; Balconi e Carrera 2007]; a proposição de uma abordagem de aprendizado de máquina para discriminar expressões faciais e avaliar a qualidade da demonstração emocional dentro do contexto do autismo [Dapogny *et al.*, 2019]; a criação de jogos que buscam auxiliar no aprendizado da reprodução de emoções através de expressões faciais [Dantas *et al.* 2019; Grossard *et al.* 2019], dentre outros. O número de estudos feitos em torno dessa relação e o fato destes serem recentes, são indicativos da atualidade do tema e conseqüente necessidade de ampliar pesquisas nessa área de conhecimento.

Uma das estratégias para trabalhar as emoções com o público com autismo consiste na apresentação de expressões faciais, dando significado a estas em um contexto emocional pertinente. Em seguida, o indivíduo com autismo é estimulado a imitar as emoções apresentadas. Neste cenário, espera-se que ocorra a interpretação e aplicação adequadas das emoções e respectivas expressões faciais, dentro e fora do contexto terapêutico.

De forma mais abrangente, a metodologia *Applied Behavior Analysis* (ABA) - amplamente adotada junto ao público com autismo [Matson, 2012] - recomenda que as atividades (ou intervenções) para desenvolver competências diversas pelos indivíduos no espectro devem ser decompostas em atividades mais simples e que estas possam ser repetidas inúmeras vezes até que sejam integralizadas no seu comportamento [Foxy,

² Termo comumente utilizado para se referir a indivíduos fora do espectro

2008]. De acordo com Ploog *et al* (2013), não há evidências de que o uso de tais recursos seja superior aos métodos de intervenção convencionais. No entanto, além de ajudar no aumento da motivação, elas geram alguns efeitos benéficos como: atratividade, interesse, divertimento, etc. No tocante ao uso de tecnologias como suporte para as intervenções educacionais e práticas terapêuticas, a Revisão Sistemática de Literatura realizada por Garnier (2017) mostra a adequação dos recursos digitais para o público de indivíduos com TEA e que tais recursos são úteis para melhorar a qualidade de vida cotidiana desses indivíduos. Em adicional, o binômio “Autismo e Recursos Digitais” vem sendo discutido [Virnes *et al.*, 2015; Fletcher-Watson, 2014; Grynszpan *et al.*, 2014], demonstrando a relevância e atualidade do tema.

Diante do exposto, para favorecer a aplicação de recomendações da ABA em atividades de reconhecimento e imitação de emoções a partir de expressões faciais, o uso de recursos digitais pode ser um aliado. Além do aspecto de repetição, principalmente para *tablets* e *smartphones*, a mobilidade, portabilidade e a possibilidade de personalização são características positivas para intervenções que se apoiam no uso de recursos digitais. Por exemplo: o terapeuta/cuidador do indivíduo com autismo pode configurar as mídias apresentadas na aplicação (imagens, vídeos, textos, etc), fazendo com que o aprendizado seja moldado dentro do contexto do indivíduo, facilitando a intervenção ao permitir que esta aconteça dentro e fora do ambiente terapêutico. Especificamente no tocante à identificação de emoções (via expressões faciais) LaCava *et al.* (2007) *apud*, Ploog *et al* (2013) relatam melhoria quando as crianças com autismo utilizam recursos digitais.

Portanto, o estudo descrito neste artigo teve por objetivo o desenvolvimento e a disponibilização do aplicativo Emotismo³ para o sistema operacional *Android* como forma de apoiar as práticas que auxiliem o desenvolvimento da competência de reconhecer e usar apropriadamente expressões faciais para representação das emoções por crianças com autismo. O aplicativo é composto por três atividades principais, uma para reconhecimento das emoções (treinamento), outra para imitação das mesmas (reprodução) e uma terceira para identificação de uma emoção dentre várias apresentadas (aprendizado/integração).

Este artigo está estruturado em 6 seções, incluindo esta. Na Seção 2, encontra-se a fundamentação teórica, apresentando conceitos sobre as emoções e sua importância no contexto do autismo. Na Seção 3, encontram-se os trabalhos relacionados, demonstrando um comparativo entre aplicativos com propósito semelhante ao Emotismo. Na Seção 4, encontra-se a descrição dos procedimentos metodológicos adotados para a execução deste estudo e desenvolvimento do Emotismo. Na Seção 5, o Emotismo é apresentado, evidenciando seu cenário de uso e o passo-a-passo de navegação entre as telas das três atividades propostas (treinamento, imitação e identificação). Por fim, na Seção 6 se encontram-se as considerações finais, as limitações deste trabalho de pesquisa e desenvolvimento, assim como as possibilidades de continuidade e refinamento.

2. Fundamentação Teórica

³ APK disponível em:

<https://drive.google.com/drive/folders/1D66YY0cgKBhyAUK37cpyEd1MUEspfhGU?usp=sharing>

2.1. As emoções

As emoções são ocorrências complexas e multidimensionais, que compreendem desde fenômenos biológicos até casos subjetivos e sociais [Reeve, 2006 *apud* Andrade 2013]. Compreende-se que, quando um indivíduo se emociona, expressa-se através de linguagem corporal, expressões faciais e alterações nos nervos responsáveis pela contração e relaxamento dos vasos [Rodrigues, 1989 *apud* Lessa, 2009]. Emoções são inseparáveis de nossas ideias e de sentimentos relacionados à recompensa ou punição, prazer ou dor, aproximação ou afastamento, vantagem ou desvantagem pessoal [Santos, 2007]. Também possuem função social e papel decisivo no processo da interação [Damásio, 2000 *apud* Santos, 2007]. De acordo com Lessa (2019), a confusão entre sentimento e emoção, ou até mesmo declará-las como a mesma coisa é algo muito comum, no entanto a emoção é orientada para o exterior, e o sentimento é orientado ao interior - “os sentimentos são gerados por emoções e sentir emoções significa ter sentimentos” [Lessa, 2009].

Durante as interações sociais, as pessoas avaliam e interpretam constantemente, nos outros indivíduos e em si mesmas, as reações emocionais expressadas, que são geralmente notadas pelas expressões faciais. Isso acontece, normalmente, de maneira subconsciente, o que faz com que as emoções e suas formas de expressão tenham papel crucial na manutenção das relações sociais [Miguel, 2015; Andrade, 2013]. Pessoas capazes de compreender suas emoções, bem como as dos outros ao seu redor, tendem a conseguir melhor qualidade de vida e melhores interações sociais [Ekman, 2011 *apud* Andrade, 2013]. A tarefa de conhecer as emoções é uma habilidade complexa, sendo o reconhecimento delas, e em específico das expressões emocionais em faces humanas, um dos componentes centrais para utilização adequada e saudável das mesmas [Andrade, 2013].

Damásio [1996, 2000 *apud* Santos, 2007] separa as emoções em três níveis: as emoções primárias, secundárias e de fundo, sendo as emoções primárias: alegria, tristeza, medo, raiva, surpresa e desgosto, estas também são denominadas na literatura como emoções básicas [Ekman, 1999]. Alguns exemplos das emoções secundárias são: embaraço, ciúme, culpa e orgulho. Por fim, Damásio determina as emoções de fundo como bem-estar ou mal-estar, calma ou tensão. O autor diz que as emoções primárias são expressadas de forma universal, já a expressão das emoções secundárias depende do contexto sociocultural. Por fim as emoções de fundo são associadas ao bem/mal estar diante do contexto sociocultural.

2.2. As emoções primárias e as expressões faciais

As emoções estão ligadas a diferentes maneiras de manifestá-las, sendo a mais perceptível através das expressões faciais. Para o escopo deste trabalho o foco está nas emoções primárias e na sua representação através de expressões faciais. A Figura 1 demonstra a expressão facial de cada uma das emoções primárias.

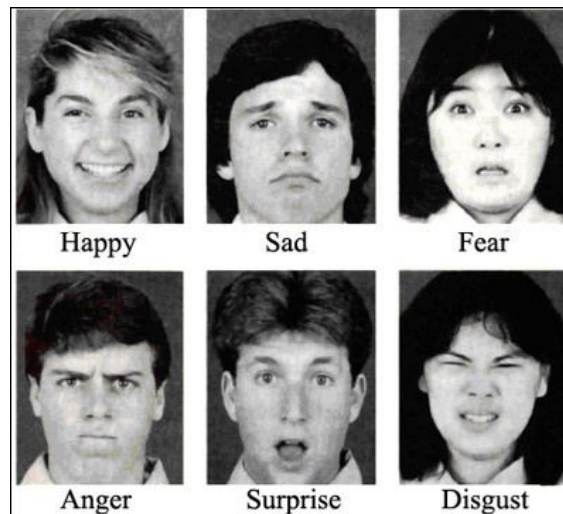


Figura 1. Expressão facial das emoções primárias (Fonte: Paul Ekman)

- Alegria: demarcadas por um sorriso, gerando o levantar das bochechas, além da separação dos lábios superior e inferior com conseqüente aparecimento das gengivas e enrugamento das pálpebras [Ekman, 2011 *apud* Andrade, 2013; Ekman e Friesen, 2003];
- Raiva; caracterizada por uma junção das sobrancelhas unidas para o centro, ocorrendo o enrugamento entre elas, como conseqüência há o fenômeno do olhar concentrado, na parte inferior ocorre a compressão dos lábios deixando-os mais finos [Ekman, 2011 *apud* Andrade, 2013; Ekman e Friesen, 2003];
- Desgosto: semelhante à raiva, é normalmente caracterizado pela junção das sobrancelhas, torção do nariz e pressionamento dos lábios [Du, Tao e Martinez, 2014];
- Tristeza: ocorre o levantamento dos cantos internos das sobrancelhas unindo-as, assim como o rebaixamento do olhar, deixando as pálpebras superiores se curvarem ou penderem. Na parte inferior da face, há uma leve abertura da boca, onde os cantos projetam-se para baixo, as bochechas são erguidas aparentando apertar os olhos [Ekman, 2011 *apud* Andrade 2013; Ekman e Friesen, 2003].
- Medo e surpresa: ambas possuem expressões faciais semelhantes, e isso acaba gerando confusão nas suas identificações [Andrade, 2013], essas similaridades são: sobrancelhas erguidas e pálpebras superiores e inferiores tensionadas o máximo possível, além de maxilar aberto [Ekman, 2011 *apud* Andrade, 2013; Ekman e Friesen, 2003]. A principal diferença entre as duas emoções encontra-se no fato de que no medo a boca fica esticada horizontalmente e para trás na direção das orelhas, já na surpresa o maxilar fica bem aberto. A diferenciação dessas duas expressões apresenta alto nível de dificuldade [Ekman, 2003, 2011 *apud* Andrade 2013; Ekman e Friesen, 2003].

2.3. Autismo e o reconhecimento das emoções pelas expressões faciais

Indivíduos com TEA possuem maior dificuldade para identificar e reconhecer estados emocionais em si ou em outros, através das formas normalmente apresentadas (expressões faciais, corporais e voz). Isso pode se dar pelo fato de que indivíduos

autistas processam experiências emocionais de maneira diferente de indivíduos neurotípicos [Lima *et al.*, 2018; Begeer *et al.*, 2008].

Pessoas com autismo, principalmente as crianças, enfrentam dificuldades em seu desenvolvimento emocional, principalmente em compreender os contextos sociais das emoções [Fan *et al.* 2018]. A habilidade de reconhecer e expressar emoções é essencial para o desenvolvimento social do indivíduo, principalmente nas relações interpessoais, sendo um elemento importante no desenvolvimento de empatia e conseqüentemente, habilidades de comunicação e interação social [Lima *et al.*, 2018].

O ensino de habilidades sociais para indivíduos com TEA é um grande desafio. Ultimamente o número de estudos que consideram o uso de recursos digitais como suporte para intervenção no ensino de indivíduos com autismo tem crescido bastante [Dapogny *et al.*, 2018; Ploog *et al.*, 2013]. Essas tecnologias costumam se apresentar de forma sequencial e previsível, e isso acaba tornando seu uso mais confortável para o indivíduo com autismo [Dapogny *et al.*, 2018].

De acordo com Golan *et al.* (2009), essas dificuldades de reconhecimento de emoções estão associadas a processos atencionais, perceptivos, cognitivos e neurais alterados. Indivíduos no espectro processam rostos de forma diferente e mostram atenção reduzida a rostos e expressões faciais. Essa forma particular de processar as informações se dá pelo fato destes indivíduos não associarem o reconhecimento das expressões faciais de outras pessoas como algo recompensador. Portanto, essa atenção reduzida pode prejudicar as habilidades ao processar, reconhecer e reproduzir adequadamente expressões faciais.

Izard (2001) relata que as diferentes formas de expressar as emoções motivam diferentes respostas no observador. Se a expressão realizada for contextualmente inapropriada, é mais provável que isso motive comportamentos socialmente disfuncionais (por exemplo: comportamentos antissociais e agressão). O autor propõe que a percepção e reconhecimento deficientes de emoções podem levar à comunicação contextualmente inapropriada ou comunicação insuficiente da emoção, podendo gerar um atraso nas competências sociais. Portanto, a dificuldade enfrentada por indivíduos autistas, que está ligada à importância da projeção e do reconhecimento de emoções na comunicação interpessoal [Lima *et al.*, 2018; Begeer *et al.*, 2008], pode servir como indicador da necessidade de agir sobre essa problemática.

3. Trabalhos Relacionados

A literatura dispõe de estudos que descrevem aplicativos, jogos ou sistemas cujo objetivo de uso é direcionado ao reconhecimento de emoções por pessoas com autismo, como por exemplo: *EmoStory*⁴ [Fan *et al.*, 2018], JEMImE [Dapogny *et al.*, 2018], Michelzinho [Dantas, 2019], e *FazeMaze* [Gordon, 2014]. No entanto, não foi possível encontrar uma versão disponível para download e uso da maioria dos sistemas citados - impossibilitando uma análise mais detalhada de seu funcionamento. Dentre os itens listados, apenas o Michelzinho está disponível para uso, e portanto análise.

Considerando que este estudo propõe o desenvolvimento de uma aplicação *mobile*, fez-se então uma busca no repositório de aplicativos *Android* (*Google Play*)

⁴ Min Fan, <http://www.min-fan.com/home/emostory-2/>, acesso em 27/11/2019

com os termos: “*Autism AND Emotion*” e “*Autism AND Emotion AND Children*” com o intuito de encontrar aplicações semelhantes a proposta do Emotismo. Além do Michelzinho, dois outros aplicativos foram encontrados e se tornaram alvo da análise descrita a seguir, são eles: *Autimo* e *Emotion Learning*.

O aplicativo Michelzinho⁵ [Dantas, 2019] foi desenvolvido para o sistema *Android*. O jogo tem o objetivo de desenvolver competências emocionais e sociais em pessoas com autismo ou pessoas com deficiência intelectual. O aplicativo utiliza uma Inteligência Artificial (IA) baseada em Árvore de Decisão (AD) [Dantas et al. 2015 *apud* Dantas, 2019] e uma Rede Neural Convolucional (RNC) [Gudi 2015 *apud* Dantas, 2019] para classificar em tempo real qual emoção o rosto do usuário está expressando. Michelzinho dispõe de dois módulos principais: treinamento e jogar.

O módulo de treinamento oferece as opções reconhecer e expressar ao usuário. Na opção reconhecer são apresentadas imagens de pessoas expressando cada uma das emoções. A opção expressar permite ao usuário escolher qual emoção deseja expressar, o aplicativo pede então que o usuário expresse a emoção escolhida.

No módulo jogar, o usuário deve expressar todas as emoções pedidas pelo aplicativo, conforme o usuário acerta o aplicativo irá avançar para novas emoções. Como forma de demonstrar ao usuário qual expressão facial a IA está reconhecendo são utilizadas imagens do personagem principal, que é representado por um desenho. O aplicativo dispõe de dicas em áudio sobre como realizar as atividades, em algumas das atividades também é possível acessar dicas em vídeo. A aplicação possui um visual inconsistente em seus diferentes módulos e não apresenta um design responsivo aos diferentes tamanhos de tela, desconsiderando as recomendações do Coga TF [Seeman e Cooper, 2016]. Em adicional, algumas dicas de áudio tocam simultaneamente, tornando difícil o entendimento do conteúdo. De acordo com Dantas (2019), a inteligência artificial utilizada na aplicação possui uma acurácia de 88%, havendo alto índice de falha no reconhecimento de emoções que apresentam expressões faciais semelhantes como raiva e desgosto, assim como medo e surpresa. O aplicativo está disponível na língua portuguesa e é gratuito.

O Autimo⁶ é uma aplicação *mobile* para os sistemas *iOS* e *Android* que agrupa um conjunto de jogos de identificação (jogos de pares, jogos de intrusos e jogos de adivinhação). O jogo faz uso de instruções de texto, áudio e vídeos, e apresenta imagens com rostos de pessoas reais para representar as emoções. A aplicação apresenta um conjunto de características definidas como adequadas para pessoas com déficits cognitivos e de aprendizagem (como no caso do autismo), segundo as recomendações internacionais de acessibilidade definidas por uma força tarefa conhecida como *Cognitive and Learning Disabilities Accessibility Task Force* (Coga TF) [Seeman e Cooper, 2016] como: (i) design agradável, minimalista e consistente, sem elementos que possam retirar o foco do usuário, isso é importante, pois ajuda a eliminar fontes de distrações; (ii) personalização de conteúdo multimídia (imagens e áudios) favorecendo o uso de representações familiares aos usuários; (iii) visualização de *feedback* do progresso do usuário através de gráficos e tabelas, e registro do tempo de uso para as

⁵ Push! Sistemas, lançado em 11 de abril de 2018,

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fenix.emotionmichel>, acesso em 27/11/2019

⁶ Auticel, lançado em 16 de janeiro de 2015, <https://auticel.com/app/autimo/>, acesso em 27/11/2019

atividades realizadas - permitindo o acompanhamento da evolução da criança. No entanto, o aplicativo está disponível em francês e em inglês, possuindo uma versão gratuita com funcionalidades limitadas, podendo ser liberado o acesso completo do aplicativo apenas após sua compra.

*Emotion Learning*⁷ é uma aplicação *mobile* disponível para o sistema *Android*. Tem como escopo as emoções primárias, com exceção de desgosto. A aplicação oferece uma pequena história contextualizando o aprendizado através de seu personagem central, que é um garoto representado por imagens extraídas de um modelo 3D. Ao jogar o usuário deve encontrar uma ou todas as ocorrências de uma expressão facial em meio à várias opções apresentadas. O jogo usa instruções de textos e áudio e faz uso de imagens para representar as emoções. Essa aplicação possui muitas distrações visuais (*background* muito denso) e anúncios são exibidos durante seu uso, sendo, segundo o Coga TF [Seeman e Cooper, 2016], inadequado para o público com déficit cognitivo ou de aprendizagem, dada a comum dificuldade de concentração. As representações visuais utilizadas são de baixa qualidade gráfica, várias instruções durante a utilização são apresentadas de maneira incorreta e o conteúdo da aplicação não é personalizável. O aplicativo está disponível apenas na língua inglesa e é gratuito.

O Quadro 1 demonstra uma relação das informações técnicas dos aplicativos analisados e do aplicativo proposto, o Emotismo.

Quadro 1. Comparativo entre as aplicações

	<i>Autimo</i>	<i>Emotion Learning</i>	<i>Michelzinho</i>	Emotismo
Tipo de plataforma	<i>Mobile</i>	<i>Mobile</i>	<i>Mobile</i>	<i>Mobile</i>
Sistema Operacional	iOS/ <i>Android</i>	<i>Android</i>	<i>Android</i>	<i>Android</i>
Idioma	Inglês, Francês	Inglês	Português	Português
Acesso	Pago	Gratuito	Gratuito	Gratuito
Tipo de aplicação	Jogo	Jogo	Jogo	Jogo
Tipo de emoção	Primárias	Primárias, exceto desgosto.	Primárias	Primárias
Representação das emoções	Fotos de pessoas	Imagens	Fotos de pessoas e desenhos	Fotos de pessoas e desenhos
Tecnologia de apoio			IA	IA
Mídias	Imagens, textos, animação e áudio	Imagens, textos e áudio	Imagens, textos, animação e áudio	Imagens, textos e áudio

⁷ Games ICTD, lançado em 30 de março de 2017, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.AppnometryGames.EmotionLearning>, acesso em 27/11/2019

Personalização	Imagens, animações e áudios			Imagens e Textos
Registro de dados	Progresso e tempo de uso			Registro de desempenho

Para o aplicativo **Emotismo**, buscou-se utilizar dos pontos positivos dos aplicativos analisados, assim como evitar os pontos negativos identificados nos aplicativos analisados. Desta forma, o desenvolvimento do Emotismo inspira-se no aplicativo *Michelzinho* para utilização de recursos de IA para ajudar no ensino de como expressar as emoções, disponibilização em português e de forma gratuita (assim como para o *Emotion Learning*); no *Autimo* no tocante à consistência na aparência do aplicativo, a funcionalidade de personalização de mídias, para favorecer o uso de conteúdos com os quais a criança tem familiaridade ou interesse e fornecer a visualização do progresso do usuário ao longo do uso da aplicação.

4. Metodologia

4.1. Levantamento bibliográfico e análise de soluções existentes

Para este trabalho foi realizado um estudo bibliográfico exploratório na busca por compreender sobre as características e particularidades das pessoas com autismo, principalmente no tocante ao reconhecimento e aplicação adequada das expressões faciais associadas às emoções, e o impacto desta condição nas relações interpessoais e sociais destes indivíduos. Para tanto, utilizou-se motor de busca *Google Scholar* aplicando as seguintes *Strings* de busca: (i) ‘(autism OR "autism spectrum disorder") AND emotion AND children’, e (ii) ‘(autismo OR "transtorno do espectro autista") AND emoções AND crianças’. Como resultado desta etapa da pesquisa foi elaborada a Seção 2 (Fundamentação Teórica) deste artigo.

Em seguida, para levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais da aplicação proposta, realizou-se a análise comparativa de três soluções com propósito de uso similar ao do Emotismo (*Michelzinho*, *Autimo* e *Emotion Learning*). Como resultado desta etapa de investigação, descrito na Seção 3 (Trabalhos Relacionados) foi possível identificar aspectos que ainda não são contemplados pelas soluções existentes e que podem agregar valor para o aplicativo proposto.

4.2. Usuários Principal e Secundário

Para o escopo deste trabalho, o público-alvo será crianças com autismo moderado (nível 2) ou leve (nível 1) que consigam ler. Esta escolha é justificada pela complexidade de tornar aplicações adaptáveis para indivíduos com níveis de severidade elevados.

Segundo o DSM-5 [APA, 2013], o nível de severidade é determinado com base nos prejuízos na comunicação social e em padrões restritos ou repetitivos de comportamento. O TEA é dividido em três níveis de severidade, onde, de acordo com os déficits apresentados, no nível 1 o indivíduo necessita de apoio, no nível 2 o indivíduo necessita de apoio substancial e no nível 3 o indivíduo necessita de apoio muito substancial.

A aplicação foi pensada para ser utilizada por dois tipos de usuário diferentes dentro do mesmo contexto: o usuário principal, que é composto pelo público-alvo descrito anteriormente e os usuários secundários, que são compostos pelos responsáveis do usuário principal (pais, cuidadores, educadores, terapeutas, e etc). O usuário principal irá fazer uso das funcionalidades de treinamento, imitação e identificação das emoções que são descritas na subseção 5.3. Este uso irá gerar informações sobre a utilização das funcionalidades, e estas informações estarão disponíveis para os usuários secundários da aplicação visualizarem. Os usuários secundários são, também, responsáveis por personalizar os exercícios dispostos na atividade de treinamento das emoções (subseção 5.4).

4.3. Escopo e Funcionalidades do Emotismo

O Emotismo tem como principal objetivo ser utilizado como forma de auxiliar as intervenções sobre as competências socioemocionais ligadas ao reconhecimento e imitação das emoções através do uso de expressões faciais. Não há a pretensão de substituir os métodos convencionais de intervenção, apenas servir como ferramenta de apoio às mesmas.

A limitação do escopo da aplicação para apenas as emoções primárias se dá pelo fato de que essas são as principais emoções contempladas em estudos semelhantes [Dantas, 2019; Fan *et al*, 2018], o que permite a comparação entre as propostas existentes e a descrita neste trabalho. Em concordância com as recomendações da ABA, para evitar sobrecarga na interação com as crianças, nota-se a necessidade de restringir, inicialmente, o número de emoções trabalhadas [Foxy, 2008]. No mais, outro motivo para restringir o número de emoções se dá pelo fato de que as demais emoções possuem mudanças sutis em suas representações (por expressão facial), o que torna o seu reconhecimento por meio de IAs mais difícil e impreciso, restringindo os recursos das APIs disponíveis, que reconhecem, em sua maioria, apenas as emoções primárias. Além disso, vale mencionar ainda que as emoções primárias são aquelas independentes de cultura ou moral social, sendo mundialmente expressas e compreendidas da mesma forma [Damásio, 1996, 2000 *apud* Santos, 2007].

Como forma de demonstrar a origem das funcionalidades do Emotismo e auxiliar no seu entendimento. Com base na análise realizada na seção 3 e juntamente com as recomendações a serem explicadas na subseção 4.6, foram escritas algumas histórias de usuário simplificadas, estas são:

- Eu como usuário secundário gostaria de poder cadastrar uma conta de usuário que me permita utilizar a aplicação com os meus dados independente do dispositivo *Android* que eu estiver utilizando;
- Eu como usuário principal gostaria de poder exercitar o reconhecimento das expressões faciais de todas as emoções primárias através de exercícios contextualizados;
- Eu como usuário secundário gostaria de poder personalizar as atividades de treino do reconhecimento das expressões faciais das emoções, para poder contextualizá-las com o dia-a-dia do usuário principal;
- Eu como usuário principal gostaria de poder praticar a expressão das emoções treinadas através da imitação de suas expressões faciais;

- Eu como usuário principal gostaria de receber um *feedback* sobre minha performance na imitação das expressões faciais;
- Eu como usuário principal gostaria de poder realizar atividades de identificação das emoções primárias através de suas expressões faciais;
- Eu como usuário principal gostaria de receber *feedback* sobre meu desempenho na identificação das emoções;
- Eu como usuário secundário gostaria de visualizar informações sobre todas as práticas de imitação das expressões faciais das emoções realizadas pelo usuário secundário;
- Eu como usuário secundário gostaria de visualizar informações sobre todas as atividades de identificação das emoções realizadas pelo usuário secundário;
- Eu como usuário secundário gostaria que a personalização das atividades e acesso às informações de uso da aplicação sejam de difícil acesso ao usuário principal.
- Eu como usuário principal gostaria de receber informação visual que identifique o meu progresso durante as atividades de treinamento de reconhecimento das expressões faciais e identificação das emoções.

4.4. Tecnologias utilizadas no Emotismo

O aplicativo possui *services* internos que contém todas as regras de negócio necessárias para realizar a comunicação com as APIs utilizadas através da internet, assim como realizar o tratamento de erros.

A aplicação faz uso da API de processamento e análise de imagens da *Luxand Cloud*, que disponibiliza um *endpoint* capaz de receber imagens via HTTP *POST* e analisar todos os rostos encontrados na imagem, retornando uma resposta com as emoções expressadas por cada um dos rostos. Também são utilizados os serviços do *Firebase* para autenticação de usuários, armazenamento de arquivos em nuvem e banco de dados em nuvem.

O uso das APIs diminui a carga de desenvolvimento do aplicativo, pois desta forma somente se faz necessário o desenvolvimento das telas e dos *services* internos do aplicativo. O serviço *Firebase Storage*, permite o armazenamento de arquivos em nuvem, e isso torna a personalização das imagens utilizadas no aplicativo mais fácil, o serviço *Firestore* disponibiliza um banco de dados em nuvem com acesso em tempo real, ou seja qualquer alteração feita nos dados através da *dashboard* de controle são refletidos em tempo real na aplicação, e o serviço *Firebase Authentication* torna mais fácil o controle de contas. A utilização do conjunto de serviços do *Firebase* faz com que o progresso do usuário seja persistido em qualquer dispositivo que acesse sua conta do aplicativo. Para o desenvolvimento do aplicativo móvel foi utilizado o *framework Flutter*, que disponibiliza um *toolset* para ser utilizado no desenvolvimento de aplicativos para ambos os sistemas *Android* e *iOS*.

4.5. Modelagem do Emotismo

A Figura 2 apresenta o fluxo de comunicação do aplicativo com suas principais funcionalidades, sendo elas: a comunicação com a Interface de Programação de

Aplicações (API) de processamento e análise de imagens da *Luxand Cloud*⁸ e a comunicação com o conjunto de serviços *Firebase*⁹ onde são utilizados o serviço de banco de dados *Firestore*, o serviço de armazenamento em nuvem *Firebase Storage* e o serviço de autenticação *Firebase Authentication*.

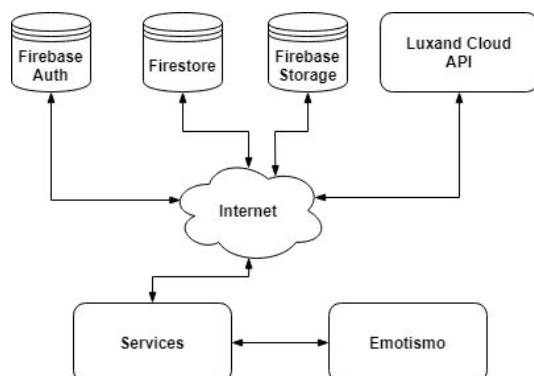
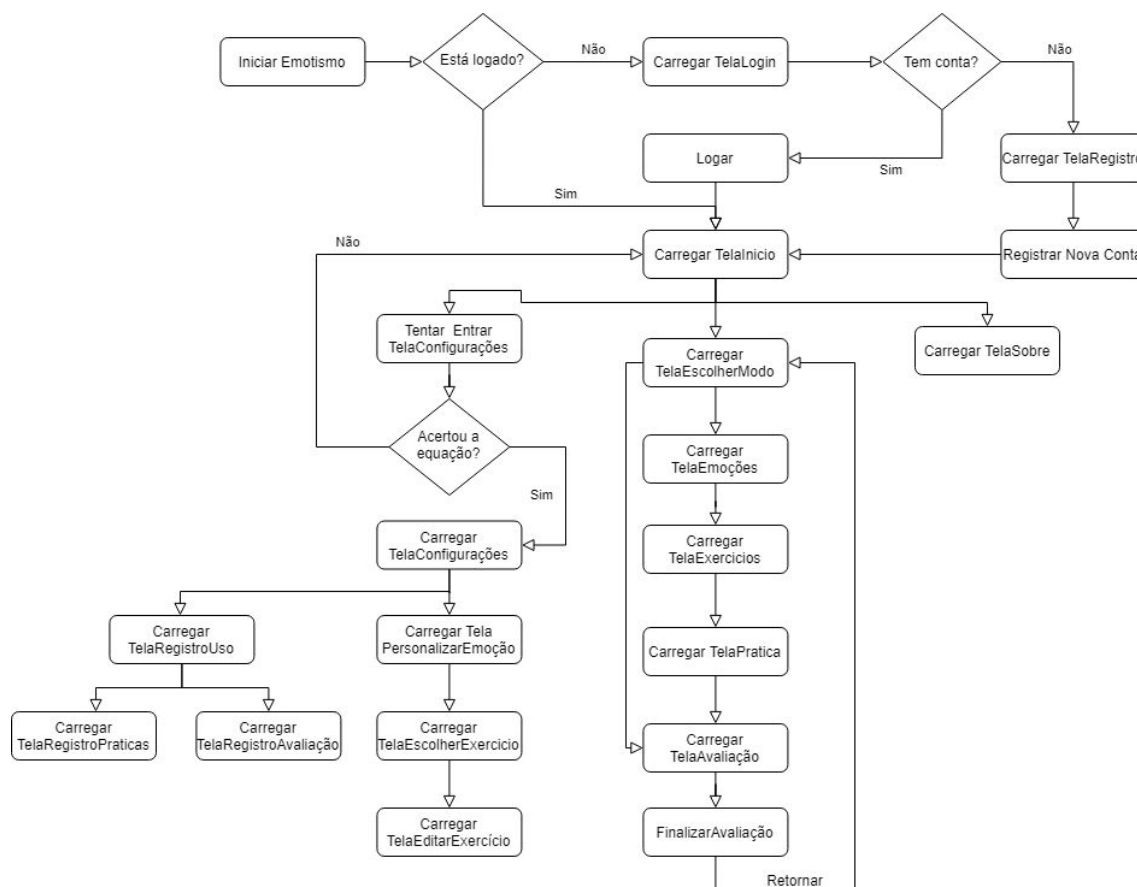


Figura 2. Fluxo de comunicação da aplicação

A Figura 3 apresenta o fluxo de atividades que podem ser realizadas pelo usuário durante o uso da aplicação desde sua inicialização. O fluxo de atividades contém todas as telas desenvolvidas para a aplicação e alguns dos possíveis caminhos que podem ser seguidos a partir de cada tela.



⁸ <https://luxand.cloud/>, acesso em 02/02/2020.

⁹ <https://firebase.google.com/>, acesso em 02/02/2020.

Figura 3. Fluxo de atividades da aplicação

4.6. Recomendação para o desenvolvimento de software para usuário com autismo

De forma a direcionar o desenvolvimento do Emotismo para que este esteja adequado para o seu público alvo, considerando suas particularidades cognitiva, sensoriais e motoras, foram consideradas um conjunto de recomendações do *Cognitive and Learning Disabilities Accessibility Task Force* (Coga TF) [Seeman e Cooper, 2016].

O Coga TF é uma força-tarefa conjunta do *Accessible Platform Architectures Working Group* (APA) e da *Web Content Accessibility Guidelines Working Group* (AG WG). Essa força-tarefa tem como objetivo ajudar esses grupos a produzir técnicas, documentos de compreensão e orientação, bem como atualizações do material existente, relacionado ao espaço cognitivo [Seeman e Cooper, 2016]. As recomendações adotadas da Coga TF são:

- **Complementando textos com conteúdo multimodal:** o conteúdo textual pode ser mais fácil de entender quando entregue em modos diferentes para ajudar pessoas com deficiências cognitivas. Esses modos podem incluir a adição de: fala, via conversão de texto em fala (TTS) e imagens contextualmente relevantes.
- **Evitando distrações:** uma distração é algo que impede alguém de se concentrar em um objeto escolhido de atenção. Ao usar conteúdo com muitas fontes de distração, você pode desviar a atenção do usuário do conteúdo principal ou da ação atual que está sendo executada. As soluções propostas são: (i) evitar o uso de overlays, pop-ups ou janelas sobrepostas; (ii) ao utilizar notificações as mesmas devem ser simples e de fácil remoção, e (iii) evitar o uso de propagandas, texto piscando e alterações inesperadas no conteúdo.

Em adicional, o desenvolvimento do Emotismo foi uma oportunidade para aplicar um conjunto de recomendações do AutismGuide¹⁰. Este guia tem sido elaborado enquanto pesquisa maior ao estudo ora descrito, e tem por objetivo guiar o desenvolvimento de softwares destinados aos usuários com autismo. Espera-se que com a adoção de recomendações do AutismGuide, os princípios macro de usabilidade sejam respeitados, sendo estes adaptados ao contexto particular das pessoas com autismo, a saber: maior adaptabilidade, condução do usuário, redução da carga de trabalho, compatibilidade à realidade do usuário, controle explícito aos usuários, significado dos códigos, gestão de erro e consistência.

- **Adaptabilidade:** Possuir uma configuração base pré-definida. Permitir uma personalização rápida, fácil e com pouco esforço. Permitir personalizar a aplicação aos interesses (motivações) particulares do usuário. Permitir personalização das mídias (Inserção de imagens, fotos, vídeos, áudios, textos, etc.); Apresentar enunciados multimídia e multimodal com a apresentação de diferentes mídias simultâneas (texto, áudio, vídeo, imagem, etc.) visíveis, claros e imediatos;

¹⁰ AutismGuide: Usability Guidelines to Design Software Solutions for Users with Autism Spectrum Disorder, Yuska P. C. Aguiar, Edith Galy, Anaïs Godde, Maëla Trémaud and Carole Tardif; In *Behaviour & Information Technology*. Artigo submetido em março de 2019; status atual: Awaiting referee reports (março de 2020)

- **Condução do usuário:** Deixar a página/tela principal (home) da aplicação fácil de identificar; Apresentar indicação de progresso na execução das atividades; Apresentar retorno (feedback) imediato às ações dos usuários (o tempo de resposta deve ser o menor possível); Possuir imagens nítidas
- **Carga de Trabalho:** Apresentar uma interface minimalista, simples e clara (evitar o uso de imagens de fundo, a fonte da letra deve ser sem serifa e em cores suaves, utilizar cores e luminosidade para permitir evidenciar elementos mais importantes, etc.); Evitar grande quantidade simultânea de funcionalidades, imagens, animações, etc.; Evitar a presença de informação não pertinente (fonte de distração a partir de diferentes mídias: áudio, imagem, texto, etc.); Evitar o uso de sons fortes (explosões, sirenes, etc.); Evitar cores "negativas" e alta luminosidade;
- **Compatibilidade:** Apresentar enunciados adequados; Apresentar uma linguagem adequada, multimídia e multimodal com a apresentação de diferentes mídias simultâneas (texto, áudio, vídeo, imagem, etc.);
- **Controle Explícito ao Usuário:** Evitar que as atividades sejam finalizadas por tempo; evitar o redirecionamento automático de página/tela;
- **Significado dos Códigos:** Adotar uma linguagem textual simples, clara e precisa (sem acrônimos, abreviações, jargões, textos não literais como metáforas, ironias, duplo sentido, etc.); Adotar uma linguagem visual de fácil compreensão (image, ícone, fotografia, desenhos, símbolos, etc.);
- **Gestão do Erro:** Prover mensagens de erro claras e evitar indicação de sucesso ou falha somente por cor ou expressão facial (sorriso, tristeza, etc.); e,
- **Consistência:** Ser constante em suas diferentes partes: organização dos elementos na tela, elementos de interação e de navegação.

5. Emotismo

O Emotismo apresenta um personagem cartoonizado, nomeado de Davi (Figura 4), que atua como intermediário na comunicação entre a aplicação e o usuário ao fornecer explicações sobre algumas funcionalidades. O personagem consiste em uma criança do sexo masculino vestindo azul, representando a maior incidência de casos de autismo.

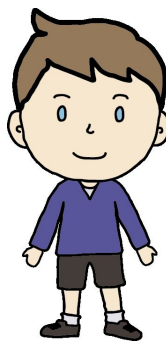


Figura 4. Personagem Davi

5.1. Cadastro e Autenticação

Para o primeiro uso do Emotismo se faz necessário realizar um cadastro a partir das informações de email, senha, nome, sobrenome e data de nascimento. Este tem por objetivo inicializar as primeiras informações do usuário no banco de dados em nuvem,

desta maneira possibilitando o uso contínuo do aplicativo independente do dispositivo em que está instalado. A partir de então, caso o usuário tenha se desconectado ou esteja se conectando de um novo dispositivo, apenas o *login* é solicitado ao inicializar a aplicação.

5.2. Tela de Inicialização (Principal ou *Home*)

A tela inicial do Emotismo (Figura 5), apresenta um menu de botões a partir dos quais o usuário tem acesso à três possibilidades de atuação: (i) **Jogar** que permite acesso às três atividades principais da aplicação (treinamento, imitação e identificação); (ii) **Ajustar as configurações** que permite personalizar os itens associados a cada emoção e são apresentados na atividade de treinamento, sendo possível incluir imagens, descritivo do cenário e dicas de representação da emoção considerando um contexto familiar ou a ser trabalhado com o usuário, assim como a possibilidade de visualizar o progresso do usuário no aplicativo; e, (iii) **Saber mais** sobre a aplicação, onde o personagem Davi explica o funcionamento do Emotismo. Foram adicionados aos botões as palavras de apoio “clique aqui para”, assim como a utilização de verbos para favorecer a compreensão aos usuários sobre as ações a serem realizadas. Além disso, ao lado de cada botão existe um ícone (alto falante) a partir do qual é possível reproduzir em áudio o rótulo associado ao botão, guiando os usuários sobre as funções da aplicação e promovendo sua autonomia no uso do Emotismo.

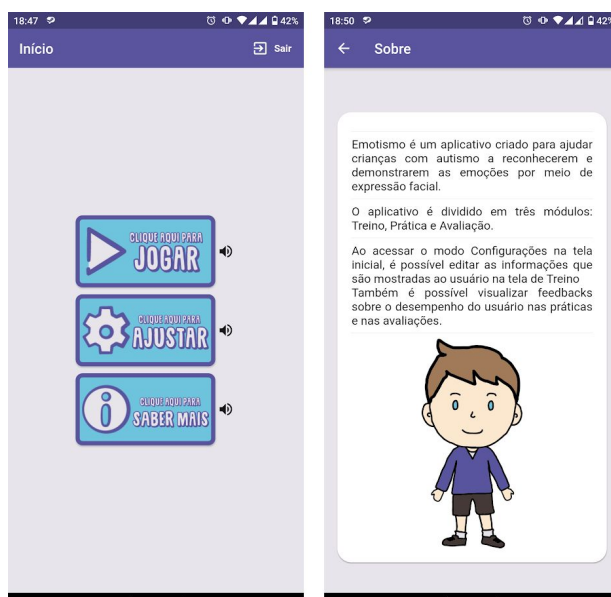


Figura 5. Screenshots das telas Início e Saber Mais

5.3. Jogar no Emotismo

Ao clicar no botão “clique para jogar” o usuário é direcionado para uma nova tela, onde deve selecionar duas opções: “clique para treinar” e “clique para avaliar”. A primeira opção irá levar o usuário para o *workflow* padrão da aplicação, onde o usuário deverá escolher uma emoção (Figura 6). Ao escolher uma emoção o usuário irá para as telas de reconhecimento da emoção (treinamento), imitação da emoção (reprodução) e identificação de uma emoção dentre várias apresentadas (aprendizado/integração), todas atreladas a emoção selecionada. A segunda opção irá levar o usuário diretamente para a

tela de identificação, entretanto desta forma a função de identificação não estará ligada a somente uma emoção.

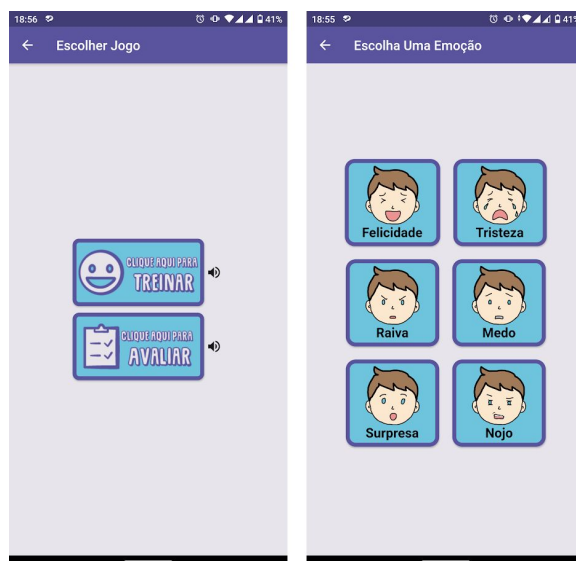


Figura 6. Screenshots das telas Escolher Jogo e Escolher Emoção

5.3.1. Treinamento do reconhecimento das emoções

Para o reconhecimento das emoções são disponíveis *cards* descritivos (Figura 7) de uma situação que se encaixa como causa da emoção-alvo a ser trabalhada, incluindo um foto de um rosto expressando tal emoção e dicas de como realizar a sua identificação a partir das expressões faciais. O descritivo disponível em texto pode ser reproduzido em áudio se o jogador seleciona o ícone de alto-falante assim como as dicas sobre como a emoção transparece em termos de expressão facial.

A atividade consiste apenas no reconhecimento de contextos emocionais e sua representação por expressão facial. Desta tela, o usuário pode passar para o próximo exercício, retornar para o anterior (a partir do segundo exercício), voltar para escolher trabalhar outra emoção (para o primeiro exercício) ou passar para a próxima atividade que consiste em imitar a emoção que acabou de ser treinada (para o último exercício).

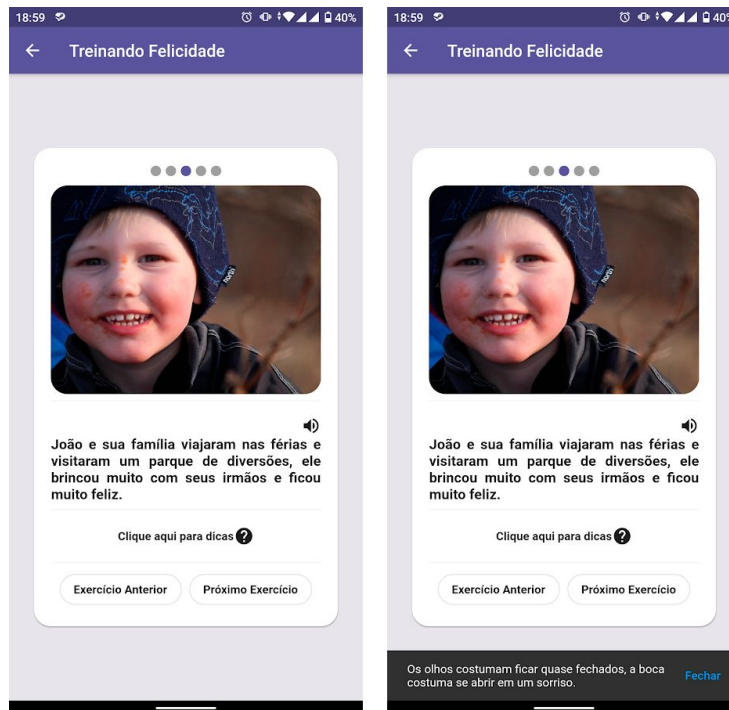


Figura 7. Screenshots da funcionalidade de treinamento das emoções

5.3.2. Imitando as emoções

Dando sequência às atividades de treinamento, inicia-se a atividade de imitação das emoções. Nesta, um *card* especial é apresentado para a criança e ela é convidada a reproduzir, por expressão facial, a emoção que acabou de ser trabalhada. À princípio um breve tutorial (Figura 8) explicativo sobre a funcionalidade é exibido pelo personagem Davi, cuja descrição textual pode ser reproduzida em áudio. Este tutorial é particularmente importante, pois esta atividade envolve a ativação da câmera frontal do celular para que a imagem do rosto do jogador possa ser capturada e interpretada pela predição da API de detecção de emoções da *Luxand Cloud*. Esta é capaz de reconhecer expressões faciais como forma de dar um *feedback* imediato sobre a imitação (reprodução) feita pela criança. Tendo sido a representação facial adequada para a emoção alvo, o Emotismo irá direcionar o usuário para a atividade de identificação das emoções; em caso de inadequação, é sugerido que o jogador retorne à atividade de treinamento do reconhecimento das emoções (5.3.1).

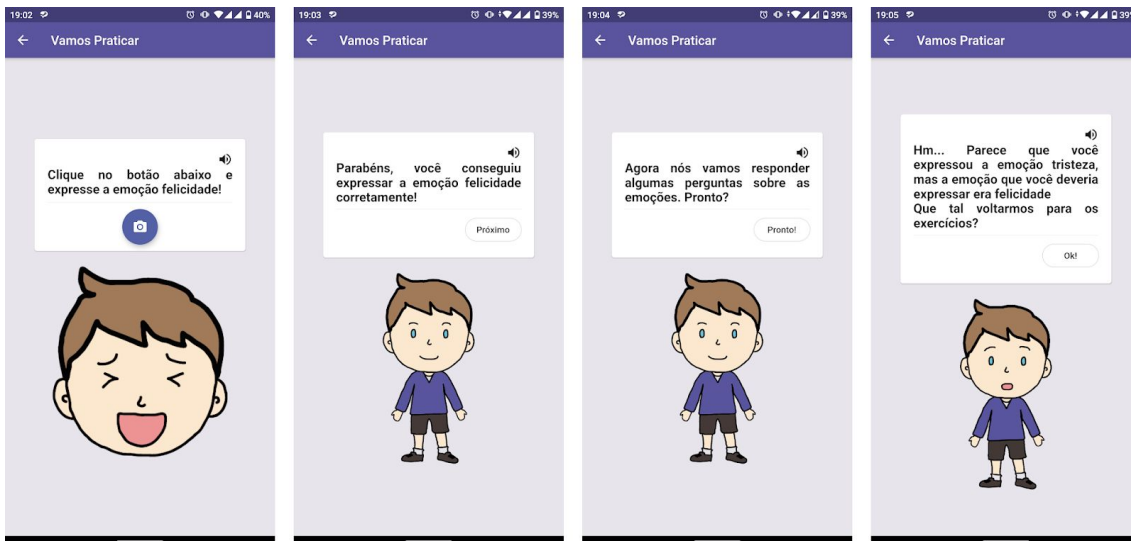


Figura 8. Screenshots da funcionalidade de imitação das emoções

5.3.3 Identificando as emoções

Para verificar o aprendizado da criança sobre cada emoção, a atividade de identificação de emoções está disponível no Emotismo. Esta atividade consiste em 5 perguntas ao usuário, essas perguntas são apresentadas na forma de um *card* com uma foto de uma pessoa expressando, facilmente, a emoção alvo. Abaixo da foto, tem-se 4 opções de emoções para que o jogador selecione àquela correspondente à imagem (Figura 9), estas opções são apresentadas como botões cujos rótulos são os nomes das emoções.

Em caso de acerto, o usuário será direcionado para a próxima pergunta, caso a pergunta atual seja a última, ele será direcionado para uma tela com o personagem Davi, que explicará ao usuário que os dados obtidos na atividade estão sendo salvos. Em caso de erro, nada irá acontecer visualmente na aplicação para evitar estímulos negativos ao usuário, porém um áudio irá tocar indicando para que tente novamente.

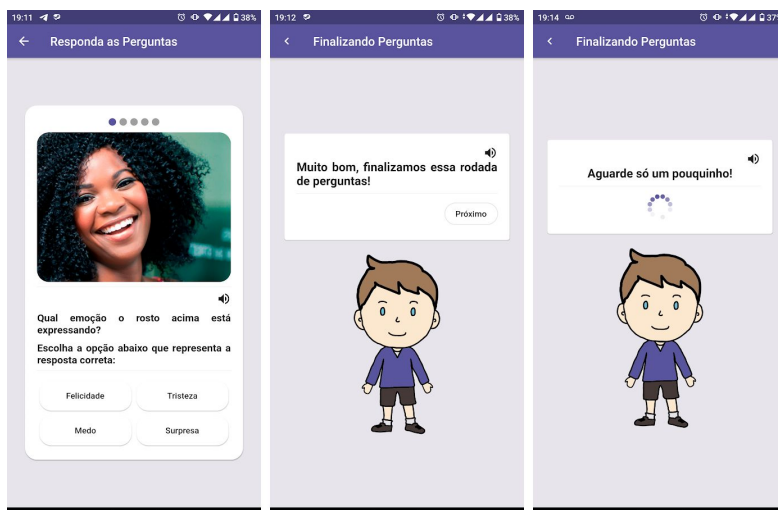


Figura 9. Screenshots da funcionalidade de identificação das emoções

5.4. Personalização

Ao clicar no botão “clique para ajustar”, o usuário será direcionado à uma tela que disponibiliza duas ações, sendo essas: “Personalizar Emoções” e “Registro de Uso” (subseção 5.5). Ao selecionar a primeira opção o usuário é levado à uma tela com todas as emoções trabalhadas no aplicativo. O usuário deve escolher uma das emoções listadas na tela, e ao selecionar uma emoção ele será levado para uma tela com uma lista de todos os exercícios da emoção. Quando o usuário selecionar um dos exercícios listados ele será direcionado à tela de edição do exercício, nesta tela ele poderá editar a imagem apresentada no exercício, a estória que contextualiza a emoção e as dicas apresentadas no exercício (Figura 10).

O aplicativo dispõe de 5 exercícios pré-configurados para cada uma das emoções trabalhadas, mas é importante realizar a personalização desses exercícios de forma que os as histórias, imagens e dicas sejam conectadas à realidade da criança. Os usuários secundários da aplicação podem preparar cenários específicos, nos quais a criança já tenha se deparado com dificuldade em apresentar resposta apropriada ao contexto socioemocional vivenciado, ou até mesmo como forma de preparar a criança para um evento que se aproxime (a exemplos de eventos sociais, como o aniversário de um amigo).

Esta funcionalidade foi pensada para ser utilizada apenas pelo usuário secundário da aplicação. Portanto, como forma de evitar que o usuário principal entre na tela de ajustes foi adotada uma estratégia de bloqueio ao acesso desta função. A estratégia consiste em resolver uma equação matemática de divisão ou multiplicação, o usuário só poderá entrar na funcionalidade após resolver a equação corretamente.

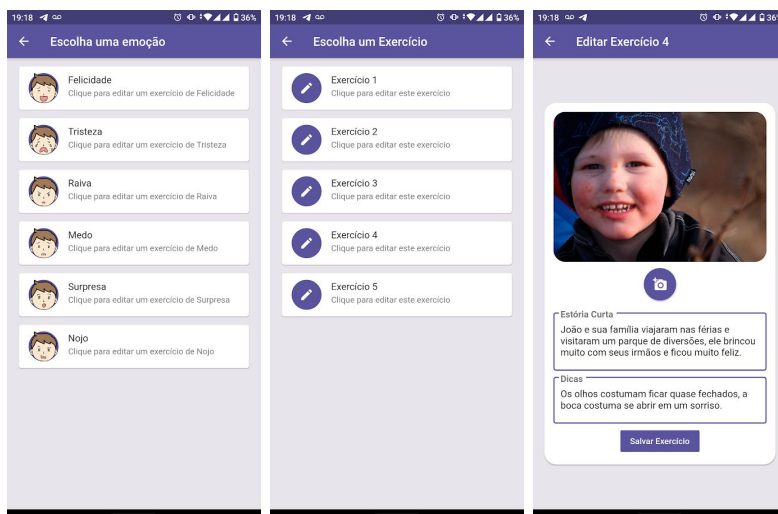


Figura 10. Screenshots da funcionalidade de personalização

5.5. Registro de Uso (Práticas e Avaliações)

Após entrar na tela de ajustes da aplicação e escolher a opção “Registro de Uso”, o usuário tem acesso a duas novas opções de escolha: “Práticas” e “Avaliações”. A primeira escolha irá redirecionar o usuário para uma nova tela que contém informações de todas as práticas realizadas com o usuário na atividade de imitação das emoções (subseção 5.3.2). As informações consistem em: Determinar se a prática foi realizada

com erro ou sucesso, qual emoção foi expressada pelo usuário, se a emoção expressada estava correta ou não, e a data e hora de realização da prática (Figura 11).

A segunda opção irá abrir uma nova tela que contém as informações extraídas na realização das atividades de identificação das emoções (subseção 5.3.3). Além de informar a data e hora de realização da avaliação, para cada questão presente na avaliação as informações extraídas são: quantidade de tentativas até o acerto, qual era a emoção correta, se a questão foi respondida ou não.

É importante realizar o acompanhamento do uso do aplicativo e do desempenho do usuário principal. Com essa funcionalidade é possível, por exemplo, extrair informações sobre quais emoções o usuário tem apresentado maior dificuldade em identificar e/ou imitar. Desta forma os usuários secundários podem adaptar as atividades realizadas na parte de treinamento das emoções (subseção 5.3.1), pois as necessidades a serem trabalhadas na criança mudam ao longo do seu percurso e dos contextos socioemocionais com as quais elas se deparam.

As telas de Registro de Uso da aplicação ainda necessitam de amadurecimento para que os registros salvos tenham uma apresentação que propicie uma interpretação mais fácil dos dados. Algumas sugestões de melhorias para esta funcionalidade são: (i) apresentar os dados através de gráficos; (ii) indicação explícita de quais emoções precisam ser trabalhadas com maior frequência, e (iii) cenários que já foram integralizados (usuário apresenta bom desempenho) e que podem ser substituídos, via personalização, para que novos contextos socioemocionais sejam explorados.

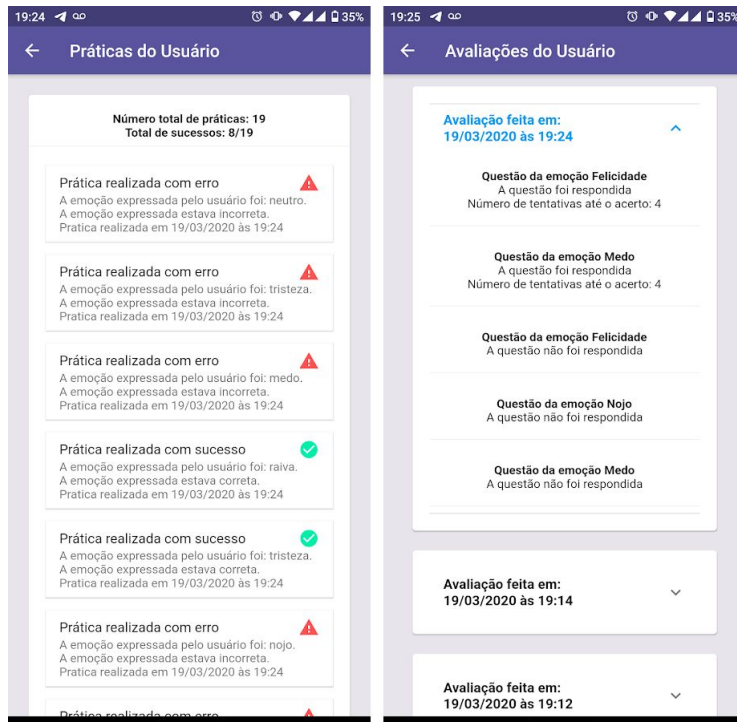


Figura 11. Screenshots da funcionalidade de Registro de Uso

6. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do Emotismo, um aplicativo *mobile* que tem por objetivo fornecer um conjunto de atividades (personalizadas) para que crianças com autismo possam aprimorar suas habilidades socioemocionais. O Emotismo foi desenvolvido e disponibilizado gratuitamente em português para o sistema operacional *Android*.

Durante o processo de desenvolvimento do Emotismo, houve a preocupação em adaptar as decisões de projeto de *software* e de interface para acomodar as particularidades do público-alvo a partir da adoção do conjunto de recomendações internacionais do Coga TF [Seeman e Cooper, 2016], assim como as presentes no *AutismGuide*. Algumas das recomendações mais importantes seguidas, assim como exemplos de elementos nos quais elas foram consideradas são:

- Possuir uma configuração base pré-definida: um conjunto de cenários socioemocionais está disponível para uso sem personalização prévia
- Permitir personalizar a aplicação aos interesses (motivações) particulares do usuário: funcionalidade de Ajustar as Configurações descrita na subseção 5.4.
- Apresentar enunciados multimídia e multimodal com a apresentação de diferentes mídias simultâneas: as atividades da aplicação descritas na seção 5 foram desenvolvidas em concordância com esta recomendação.
- Apresentar indicação de progresso na execução das atividades: as atividades de treinamento e identificação das emoções descritas, respectivamente, nas subseções 5.3.1 e 5.3.3.

Não há evidências de que a utilização de recursos tecnológicos seja superior às formas de intervenção normalmente utilizadas no autismo, porém a utilização em conjunto dessas duas formas de intervenção pode produzir resultados positivos [Ploog *et al*, 2013]. Portanto, a disponibilização do Emotismo pode servir como uma ferramenta importante, se utilizada em conjunto com outras formas de intervenção, na educação socioemocional da criança com autismo, principalmente com a possibilidade de contextualizar com o dia-a-dia da criança os exercícios apresentados na atividade de treinamento.

Não foi possível realizar a validação da aplicação com os usuários primários (pessoas com autismo) ou com os usuários secundários (cuidadores, pais, educadores, terapeutas, etc.). Isto se caracteriza como uma limitação do Emotismo, considerando que a validação da aplicação seja importante para o processo de refinamento da solução. No entanto, embora a participação efetiva do usuário não possa ser excluída do processo de validação, a adoção de recomendações que guiaram a adaptação do Emotismo às particularidades do público com autismo, atenua, em um primeiro momento, a ausência de validação. Cientes da importância de uma validação com os usuários, esta etapa do projeto está prevista enquanto continuação desta pesquisa e refinamento da aplicação Emotismo.

A API de detecção de emoções utilizada no desenvolvimento da aplicação possui como principal fator problemático a limitação no número de requisições oferecidas gratuitamente. Esta limitação pode impedir o funcionamento da atividade de imitação das emoções na aplicação. No entanto, o modelo de comunicação por *services*

utilizado no desenvolvimento da aplicação (Figura 2), permite que a mudança para um nova API não cause impacto significativo no estado atual do aplicativo devido ao baixo nível de acoplamento do código. Como forma de refinar a solução, propõe-se a migração para uma nova API após investigação mais aprofundada de outros serviços semelhantes.

Uma outra limitação presente no Emotismo está na utilização de diversas APIs que necessitam de conexão com a internet para funcionar, fazendo com que o seu uso *offline* seja impossibilitado. No entanto, as vantagens descritas na subseção 4.4 obtidas ao utilizar estas APIs, principalmente a possibilidade de persistir os dados dos usuários independente do dispositivo sendo utilizado, acabam por balancear esta limitação. Uma outra limitação encontrada e que deve ser corrigida em trabalhos futuros está na necessidade de avisar ao usuário que os dados não podem ser carregados pelo fato do dispositivo estar sem acesso à internet.

O *framework Flutter* utilizado no desenvolvimento da aplicação, permite o desenvolvimento, a partir do mesmo código fonte, para ambos os sistemas operacionais iOS e *Android*. No entanto a impossibilidade de testar a aplicação no sistema iOS fez com que inicialmente o Emotismo seja disponibilizado apenas para *Android*, havendo a intenção futura de disponibilizar a aplicação para o sistema iOS.

No tocante à adequação do Emotismo as particularidades das pessoas com autismo, o aplicativo possui muita interação com o usuário através de textos, o que não é preferível. A forma inicial pensada e implementada para amenizar essa grande presença de textos foi a disponibilização da descrição em áudio, no entanto algumas outras ideias para serem atribuídas como trabalho futuro de refinamento da aplicação são: (i) substituir as opções presentes na atividade de identificação das emoções por imagens das emoções com áudio descritivo do nome da emoção; (ii) diminuir o tamanho do tutorial apresentado durante a atividade de imitação das emoções, adicionando também a opção de pular o tutorial para o usuário que já esteja familiarizado com o aplicativo, e (iii) utilizar animações para indicar o acerto na atividade de identificação das emoções.

Como últimas sugestões de melhoria do aplicativo, é proposto a possibilidade do usuário, a partir da tela de ajustes, criar novos exercícios para serem apresentados na atividade de treinamento das emoções, assim como a transformação da tela de informações (botão “clique para saber mais” da tela inicial) em um material didático para ensinar o jogador a utilizar o aplicativo.

Referências

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, *et al.* Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5). American Psychiatric Pub. 2013.

ANDRADE, Nara Cortês *et al.* Reconhecimento de Expressões Faciais de Emoções: Padronização de Imagens do Teste de Conhecimento Emocional. *Psico*. Vol 44. 2013.

BALCONI, Michela; CARRERA, Alba. Emotional representation in facial expression and script: A comparison between normal and autistic children. 2007.

- BEGEER, Sander *et al.* Emotional Competence in children with autism: Diagnostic criteria and empirical evidence. *Developmental Review*. 2008.
- DAMÁSIO, António. O Erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo: Companhia das Letras. 1996.
- DAMÁSIO, António. O Mistério da Consciência: do corpo e das emoções do conhecimento de si. São Paulo: Companhia das Letras. 2000.
- DANTAS, António; MELO, de S; MOURA, F; FERNANDES, M. Reconhecimento dinâmico de emoções através de expressões faciais utilizando árvore de decisão. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2015*. volume 26, page 1102.
- DANTAS, Adilmar Coelho *et al.* Michelzinho: Jogo sério para o ensino de habilidades emocionais em pessoas com autismo ou deficiência intelectual. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. 2019.
- DAPOGNY, Arnaud *et al.* JEMImE: a Serious Game to Teach Children with ASD How to Adequately produce Facial Expressions. *IEEE*. 2018.
- DAPOGNY, Arnaud *et al.* On Automatically Assessing Children's Facial Expressions Quality: A Study, Database, and Protocol. *Frontiers in Computer Science*. Vol 1. 2019.
- DU, Shichuan; TAO, Yong; MARTINEZ, Aleix M. Compound facial expressions of emotion. 2014.
- EKMAN, Paul. Universals and Cultural Differences in the Judgments of Facial Expressions of Emotion. 1972.
- EKMAN, P. (2005). Basic Emotions. In: DALGLEISH, Tim; POWER, Mick J. *Handbook of Cognition and Emotion* (eds T. Dalgleish and M.J. Power). John Wiley & Sons, 1999. p. 45-60.
- EKMAN, P; FRIESEN, W. V. *Unmasking the Face: a guide to recognizing emotions from facial expressions*. Cambridge: This Malor Edition. 2003.
- EKMAN, Paul. *A linguagem das emoções*. São Paulo: Lua de Papel. 2011.
- FAN, Min *et al.* EmoStory: A Game-based System Supporting Children's Emotional Development. *CHI'18 Extended Abstracts*. 2018.
- FLETCHER-WATSON, S. A targeted review of computer-assisted learning for people with autism spectrum disorder: Towards a consistent methodology. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2014.
- FOXX, Richard M. Applied Behavior Analysis Treatment of Autism: The State of the Art. *Child & Adolescent Psychiatric Clinics*. Vol 17. 2008.
- GARNIER, Phillipe. Autisme et Nouvelles Technologies. *Revue de littérature sur les questions de l'usage des outils numériques dans l'aide à la communication non verbale et à l'interaction sociale chez les personnes avec des troubles du spectre de l'autisme (TSA)*. 2017.

- GOLAN, Ofer *et al.* Enhancing Emotion Recognition in Children with Autism Spectrum Conditions: An Intervention Using Animated Vehicles with Real Emotional Faces. 2009.
- GORDON, Iris. FaceMaze: An Embodied Cognition Approach To Facial Expression Production in Autism Spectrum Disorder. 2014.
- GRYNSZPAN, O.; WEISS, P. L.; PEREZ-DIAZ, F; e GAL, E. Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: a meta-analysis. Autism. 2014.
- GROSSARD, Charline *et al.* Teaching Facial Expression Production in Autism: The Serious Game JEMImE. Creative Education. Vol 10. 2019.
- GUDI, A. Recognizing semantic features in faces using deep learning. 2015.
- IZARD, Carroll E. Emotional Intelligence or Adaptative Emotions? American Psychological Association. Emotion. Vol 1. 2001.
- LACAVA, P. G.; GOLAN, O.; BARON-COHEN, S.; e MYLES, B. S. Using assistive technology to teach emotion recognition to students with Asperger Syndrome. Remedial and Special Education. 2007.
- LESSA, Joana. A importância das emoções na comunicação interpessoal mediada por tecnologia. Encontro Latinoamericano de Diseño. 2009.
- LIMA, Antonio Marcos Oliveira de *et al.* Analysis of softwares for emotion recognition in children and teenagers with autism spectrum disorder. Revista CEFAC. 2018.
- MATSON, Johnny L. *et al.* Applied behavior analysis in Autism Spectrum Disorders: Recent developments, strengths, and pitfalls. Research in Autism Spectrum Disorders. Vol 6. 2012.
- MIGUEL, Fabiano Koich. Psicologia das emoções: uma proposta integrativa para compreender a expressão emocional. Psico-USF. Vol 20. 2015.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Folha informativa - Transtorno do espectro autista. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?Itemid=1098>. Acessado em: 25 de Outubro de 2019. 2017.
- PLOOG, Bertram O. *et al.* Use of Computer-Assisted Technologies (CAT) to Enhance Social, Communicative, and Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders. Journal of Autism and Developmental Disorders. Vol 43. 2013.
- REEVE, J. Motivação e emoção. Rio de Janeiro: LTC editora. 2006.
- RODRIGUES, Custódio; TEIXEIRA, J. Marques; GOMES, M. Freitas. Afectividade. Porto: Contraponto. 1989.
- SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. As emoções nas interações e a aprendizagem significativa. Revista Ensaio. Vol 9. 2007.
- SEEMAN, L.; e COOPER, M. Techniques for the the cognitive and learning disabilities accessibility task force (COGA), W3C. 2016.

VIRNES, M.; KÄRNÄ, E, e VELLONEN, V. Review of research on children with autism spectrum disorder and the use of technology. *Journal of Special Education Technology*. 2015.