



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DA COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

TALITA DE CACIA SOUSA TRAVASSOS

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO APLICATIVO
"AUTISMO - CARTÕES DE EMOÇÕES, EXPRESSÕES E
AÇÕES"**

Belém

2019

TALITA DE CACIA SOUSA TRAVASSOS

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO APLICATIVO
"AUTISMO - CARTÕES DE EMOÇÕES, EXPRESSÕES E
AÇÕES"**

Trabalho de conclusão de curso apresentado na Faculdade de Computação do Instituto de Ciências Exatas e Naturais como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Universidade Federal do Pará

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Marcelle Pereira Mota.

Belém

2019

TALITA DE CACIA SOUSA TRAVASSOS

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO APLICATIVO
"AUTISMO - CARTÕES DE EMOÇÕES, EXPRESSÕES E
AÇÕES"**

Trabalho de conclusão de curso apresentado na Faculdade de Computação do Instituto de Ciências Exatas e Naturais como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Conceito: EXCELENTE

Belém, 13 de Junho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Marcelle Pereira Mota– Orientadora
UFPA

Prof^ª. Dr^ª Regiane Silva Kawasaki Frances
UFPA

Prof^ª. Dr^ª Fabiola Pantoja Oliveira Araújo
UFPA

Para minha mãe, pelo apoio e amor incondicional. Para minha amiga Valéria, pela ideia e incentivo. Para mim mesma, por ter chegado até aqui.

Agradecimentos

Aos meus pais, Francisca e Luiz, em especial a minha mãe, e ao meu irmão Thiago, pelo apoio e por sempre acreditarem em mim o que me possibilitou chegar até aqui, nada disso teria sido possível sem vocês.

À minha amiga Valéria pela ideia, ajuda e incentivo que foram essenciais no meu caminho até aqui.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Marcelle Mota, pelo auxílio, atenção e paciência durante todo o meu projeto.

Aos professores da Faculdade de Computação da UFPA, por todos os ensinamentos transmitidos, em especial as professoras que me inspiraram e encorajaram a ser uma mulher no mundo da computação.

A Universidade Federal do Pará (UFPA) por oferecer a estrutura necessária e adequada para a minha formação acadêmica.

A todos aqueles que me ajudaram de forma direta ou indireta.

*"Somos todos capazes das mais
incríveis mudanças. Podemos evoluir
enquanto continuamos leais a quem
somos. Podemos honrar quem fomos
e escolher quem vamos ser a seguir."*

13ª Doutora, Doctor Who.

Resumo

O Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) é uma síndrome comportamental que atinge o desenvolvimento infantil. O TEA normalmente se manifesta nos dois primeiros anos de vida da criança, e atualmente é classificado em três níveis, indo de leve, moderado a grave. Segundo estudos recentes, a distinção entre os níveis ocorre levando em consideração o grau de prejuízo na comunicação social recíproca e na interação social da criança. É importante que o acompanhamento de crianças diagnosticadas com TEA por profissionais especializados inicie o mais precocemente possível para que ela receba o auxílio necessário, e se desenvolva da melhor forma possível. A tecnologia é considerada por especialistas uma boa aliada no acompanhamento e desenvolvimento de pessoas com TEA. Com o uso da tecnologia é possível criar ambientes interessantes e sem distrações, sendo assim mais simples acompanhar dificuldades e avanços, e deste modo criar as melhores estratégias para o melhor desenvolvimento do indivíduo. Levando isso em consideração, foi desenvolvido o aplicativo e jogo “Autismo – Cartões de Ações e Emoções (CEEAA)”, que busca ser uma ferramenta de auxílio para profissionais e responsáveis por crianças com TEA. Após o desenvolvimento, foram realizados testes e avaliações com especialistas para avaliar o aplicativo. 22 participantes participaram das avaliações, dos quais 100% concordam que o aplicativo é uma ferramenta útil no desenvolvimento de crianças com TEA.

Palavras-chave: Tecnologia Educacional, Transtorno do Espectro Autista, Jogos Educativos, Ferramentas Educacionais.

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a behavioral syndrome that affects children's development. The TEA usually manifests itself in the first two years of the child's life, and is currently classified into three levels, ranging from mild, moderate to severe. According to recent studies, the distinction between levels occurs taking into account the degree of impairment in the reciprocal communication and in the social interaction of the child. It is important that the follow-up of children diagnosed with ASD by specialized professionals should start as early as possible so that it receives the necessary help and develops in the best way possible. The technology is considered by experts as a good ally in the monitoring and development of people with ASD. With the use of technology it is possible to create interesting and non-distracting environments, so it is easier to follow difficulties and advances, and thus create the best strategies for the best development of the individual. Taking this into account, the application and game "Autism - Action and Emotion Cards (CEEAA)" was developed, which seeks to be an aid tool for professionals and responsible for children with ASD. After the development, tests and evaluations were carried out with specialists to evaluate the application. 22 participants participated in the assessments, of which 100% agree that the application is a useful tool in the development of children with ASD.

Keywords: Educational Technology, Autistic Spectrum Disorder, Educational Games, Educational Tools..

Lista de ilustrações

Figura 1.	Cartões físicos de emoções, ações e expressões.....	16
Figura 2	Interface do ComFim	21
Figura 3	Interface do primeiro nível do MusicApp.....	21
Figura 4	Interface do jogo para computador criado por Cunha	22
Figura 5	Ferramenta computacional chamada FaceTrainer	23
Figura 6	Funcionamento do Apache Cordova.....	26
Figura 7	Tecnologias integradas ao Ionic	26
Figura 8	Alguns cartões disponíveis no aplicativo CEEA.....	32
Figura 9	Tela inicial do aplicativo CEEA.....	33
Figura 10	Tela Cartões do aplicativo CEEA.....	33
Figura 11	Tela de alternativas do jogo do aplicativo CEEA.....	34
Figura 12	Tela de Resposta para alternativa incorreta do jogo.....	34
Figura 13	Tela de outra rodada do jogo do aplicativo CEEA.....	35
Figura 14	Tela de Resposta para alternativa correta do jogo	35
Figura 15	Tela de Resposta para alternativa incorreta do jogo do aplicativo CEEA	36
Figura 16	Tela com o histórico de pontuações do aplicativo CEEA.....	36
Figura 17	Tela “Sobre o Aplicativo” do aplicativo CEEA	37
Figura 18	Exemplo da infraestrutura disponível no Test Lab.....	38
Figura 19	Fluxograma das funcionalidades do aplicativo	42
Figura 20	Faixa etária dos participantes nas avaliações	43
Figura 21	Participação de profissionais e responsáveis nas avaliações.....	44
Figura 22	Gráfico pontos positivos apontados do aplicativo	47
Figura 23	Gráfico pontos negativos apontados do aplicativo	48
Figura 24	Gráfico com sugestões de funcionalidades para futuras versões do aplicativo... ..	48
Figura 25	Trecho do código dos cartões utilizado no aplicativo CEEA.....	56
Figura 26	Participação de versões do sistema Android no mercado em outubro de 2018. .	72

Lista de quadros

Quadro 1	Experiência dos participantes com ferramentas digitais e jogos educativos	45
Quadro 2	Principais problemas apontados no aplicativo e possíveis soluções	50
Quadro 3	Lista completa de cartões utilizados no aplicativo “Autismo – CEEA”	57

Lista de tabelas

Tabela 1	Resultados dos Testes no Teste Lab	40
----------	--	----

Lista de abreviaturas e siglas

TEA	Transtorno do Espectro do Autismo
DSM-5	5ª edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais
CEEA	Cartões de Ações e Emoções
DRY	<i>Don't Repeat Yourself</i>
TA	Tecnologias Assistivas
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
BaaS	<i>Backend as a Service</i>
NoSQL	<i>Not Only SQL</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
SDK	<i>Software development Kit</i>
Memória RAM	<i>Random Access Memory</i>
UFPA	Universidade Federal do Pará

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	18
1.2	Metodologia	18
1.3	Organização do trabalho.....	19
2	TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E TRABALHOS RELACIONADOS	20
3	TECNOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO	24
3.1	Ionic	25
3.2	Firebase.....	26
3.3	Git e Gitlab	28
3.4	Outras tecnologias utilizadas.....	29
3.4.1	Typescript.....	29
3.4.2	Banco de dados NoSQL e JSON	29
3.4.3	LocalStorage e SessionStorage	30
4	O APLICATIVO “AUTISMO – CEEA”	31
4.1	Visão geral do aplicativo.....	31
4.2	Funcionalidades do aplicativo	32
4.2.1	Tela inicial.....	32
4.2.2	Cartões.....	33
4.2.3	Jogo.....	34
4.2.4	Histórico de pontuações	36
4.2.5	Sobre o aplicativo	37
5	AVALIAÇÃO E TESTES.....	38
5.1	Firestore Test Lab	38

5.2	Avaliações.....	40
5.2.1	Questionário inicial	41
5.2.2	Cenário de teste	41
5.2.3	Questionário final.....	42
5.2.4	Resultados.....	43
5.2.4.1.	Perfil do usuário.....	43
5.2.4.2.	Resultados qualitativos.....	47
5.2.4.3.	Usabilidade do aplicativo e recursos da interface.....	48
5.2.4.4.	Funcionalidades	49
5.2.4.5.	Futuras atualizações.....	50
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	51
	REFERÊNCIAS.....	53
	APÊNDICE A – OBJETO JSON DOS CARTÕES.....	56
	APÊNDICE B – LISTA COMPLETAS DOS CARTÕES	57
	APÊNDICE C – AVALIAÇÕES FEITAS POR ESPECIALISTAS	69
	Questionário Inicial e informações importantes aos participantes	69
	Cenário de testes	70
	Questionário final.....	71
	ANEXO A – VERSÕES DO ANDROID UTILIZADAS ATUALMENTE	72

1 Introdução

O Transtorno do Espectro do Autismo (TEA) é uma síndrome comportamental, na qual o processo de desenvolvimento infantil torna-se severamente distorcido, e se manifesta antes dos dois anos de idade. Tem como características respostas incomuns a estímulos auditivos e/ou visuais e por grandes dificuldades na compreensão da linguagem oral. A fala aparece tardiamente e quando aparece apresenta quadro de ecolalia (repetição de palavras), uso indevido de pronomes e inaptidão para usar e compreender termos abstratos (FACION, 2007).

A partir da 5ª edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (2014), a nomenclatura adotada pela comunidade científica foi denominada Transtorno do Espectro do Autismo. O TEA engloba uma série de transtornos antes chamados de autismo infantil precoce, autismo infantil, autismo de *Kanner*, autismo de alto funcionamento, autismo atípico, transtorno global do desenvolvimento sem outra especificação, transtorno desintegrativo da infância e transtorno de Asperger, que antes eram tratadas como transtornos isolados.

As características essenciais para o diagnóstico do transtorno do espectro autista são o prejuízo persistente na comunicação social recíproca, na interação social, padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades (OZONOF, GOODLIN-JONES e SOLOMON, 2007) (ASSOCIATION, 2014). O TEA pode se manifestar em níveis, por essa razão começou a ser usado o termo “espectro”, os níveis variam de I a III no sentido de leve, moderado e grave. A classificação entre os níveis leva em consideração o grau de prejuízo na comunicação social recíproca e na interação social, além de padrões restritos e repetitivos de comportamento e interesses restritivos (ASSOCIATION, 2014) (POLVARINI, 2017).

Ainda não é realizado um levantamento global para registrar quantos indivíduos se encontram com o espectro do autismo. Porém, segundo o DSM-5 (2014), é estimado que 1% da população dos Estados Unidos e outros países, incluindo o Brasil, sejam autistas. Entre as pessoas diagnosticadas, estima-se que de 4 a cada 5 crianças sejam meninos (OZONOF, GOODLIN-JONES e SOLOMON, 2007).

A falta de reciprocidade sócio-emocional, isto é, a capacidade de envolvimento com outros e compartilhamento de ideias e sentimentos, estão notórios em crianças com o transtorno, que podem apresentar pequena ou nula capacidade de iniciar interações sociais e de dividir emoções. Se houver linguagem, costuma ser de via única, sem reciprocidade, usada mais para fazer solicitações ou rotular do que para comentar, compartilhar sentimentos ou manter uma conversa (ASSOCIATION, 2014).

A escassez de comunicação não verbal que indivíduos autistas apresentam, comumente usada em interações sociais são expressadas por uso reduzido, ausente ou atípico de contato visual, gestos, expressões faciais, orientação corporal ou entonação da fala (ASSOCIATION, 2014).

Segundo Valdez (2007), a questão sobre “se é possível ou não ensinar a interpretação das emoções” é uma grande incógnita entre os profissionais que atuam na área, já que o indivíduo que apresenta TEA não compreende ações humanas básicas que são compostas por desejos internos que se apresentam por meio de expressões e partes subentendidas em um diálogo. Por isso, a necessidade de procurar formas de desenvolver essa habilidade logo na infância de autistas de maneira que eles possam colocar em prática no seu dia-a-dia.

É de suma importância que desde os primeiros anos de vida de crianças com TEA seja iniciado o acompanhamento para desenvolver da melhor forma possível habilidades sócio-emocionais. E uma das formas mais usadas no acompanhamento de autistas é o uso de cartões com imagens que apresentam ações e emoções comuns no dia-a-dia. Na Figura 1, encontra-se um exemplo de cartões que são comumente usados.

Figura 1. Cartões físicos de emoções, ações e expressões



Fonte: adaptado do Universo Autista (2019)

Esses cartões funcionam da seguinte forma: com o acompanhamento de um adulto capacitado, seja um profissional especializado como professores, fonoaudiólogos e psicólogos ou um familiar da criança, uma imagem é mostrada para a criança com alguma ação ou emoção cotidiana e a criança precisa identificar a que ação ou emoção a imagem se refere. Dessa forma busca-se estimular e desenvolver a linguagem expressiva, comunicação e reforçar o vocabulário da criança.

Usando os cartões com ações e emoções como inspiração, surgiu a ideia da criação do aplicativo “Autismo – Cartões de Ações e Emoções (CEEA)”. Uma das principais motivações para o desenvolvimento do aplicativo é tornar os cartões com ações e emoções uma ferramenta digital, intuitiva, de fácil utilização e acesso.

Ferramentas computacionais são consideradas bons aliados no desenvolvimento de pessoas com TEA. Segundo Dautenhahn (2000), por intermédio delas é possível criar ambientes controlados, interessantes e sem distrações, onde é possível acompanhar os avanços e onde é possível melhorar. As crianças podem ainda serem orientadas por meio de experiências de aprendizagem e realizar novas descobertas comportamentais por si mesmas. Essas são consideradas características importantes para o sucesso no tratamento de pessoas com TEA.

Com uma busca pelo Google Play usando a palavra-chave “autismo” foram encontrados alguns aplicativos direcionados a crianças autistas, a grande maioria em formato de jogos, entre eles estão: ABC Autismo, que mediante atividades busca auxiliar na alfabetização da criança; o TEO Autismo, que por meio de jogos busca estimular a comunicação, a socialização e o comportamento da criança; o AutApp, que incentivar a criança a reconhecer as emoções do personagem Erick, criado para o projeto, no qual ela pode escolher entre opções ou tirar uma foto imitando o personagem; o Matraquinha, onde por meio de cartões a criança pode transmitir o que deseja expressar; e o Michelzinho - Emoções e Autismo, que por intermédio de um jogo também busca ensinar a criança a identificar emoções e expressões faciais.

Há também na *App Store*, da Apple, o aplicativo *ABA Flash Cards & Games - Emotions*, que utiliza imagens com emoções humanas e a criança pode identificar qual emoção a imagem está mostrando. O aplicativo possui uma funcionalidade similar com o aplicativo “Autismo – Cartões de Ações e Emoções (CEEA)”, porém ao contrário do mesmo a sua utilização não é gratuita sendo necessário realizar a sua compra.

Com o objetivo de criar uma ferramenta de fácil acesso e utilização, esse projeto desenvolveu um aplicativo móvel, que inicialmente estará disponível gratuitamente apenas para o sistema *Android* (Google) chamado “Autismo – Cartões de Ações e Emoções (CEEA)”.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um aplicativo móvel e jogo destinado a auxiliar profissionais de educação especial e pais de crianças autistas. A meta principal da aplicação como um todo foi tornar possível que ele fosse utilizado no lugar dos cartões físicos que demonstram emoções, ações e expressões que são usados atualmente, tornando-o acessível de forma fácil, prática e gratuita. Esse objetivo geral pode ser detalhado de acordo com os seguintes objetivos específicos:

- Realizar a coleta de requisitos para o desenvolvimento do aplicativo de acordo com o público alvo;
- Compreender da melhor forma possível a dificuldade de crianças autistas na identificação e compreensão de emoções, expressões e ações básicas;
- Analisar de que forma o aplicativo poderá contribuir para o melhor desenvolvimento das crianças;
- Implementar o aplicativo com os requisitos coletados;
- Disponibilizar gratuitamente o aplicativo para o uso de qualquer pessoa com um smartphone *Android*;
- Realizar a avaliação do aplicativo, detectar falhas e melhorias para futuras atualizações.

1.2 Metodologia

A pesquisa foi realizada por meio do estudo da literatura e dos dados coletados com as avaliações realizadas por profissionais capacitados da área da educação especial infantil e com responsáveis (pais, avós, tios e etc.), com abordagem de natureza qualitativa e descritiva. Pesquisa descritiva é aquela que analisa, observa, registra e correlaciona aspectos (variáveis) que envolvem fatos ou fenômenos, sem manipulá-los (SILVEIRA e GERHARDT, 2009). Sendo assim, a mais adequada para o estudo. A abordagem qualitativa é a mais apropriada por não se preocupar com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social (SILVEIRA e GERHARDT, 2009). Sendo, a mais apropriada para a pesquisa que busca compreender indivíduos no espectro autista e desenvolver o aplicativo adequado para alcançar o objetivo do projeto.

Primeiramente, a coleta de dados foi realizada por meio de revisões bibliográficas em estudos realizados por especialistas, de onde foram coletados os requisitos apropriados para o aplicativo. O objetivo principal da primeira coleta de dados era identificar requisitos para o aplicativo e como o mesmo poderia ser eficiente e promover a satisfação dos usuários por meio dos princípios de Interação Humano-Computador. Os dados da pesquisa bibliográfica contribuíram para o melhor desenvolvimento do aplicativo, a partir dos requisitos coletados foi possível desenvolver a primeira versão estável do aplicativo.

Após a implementação do aplicativo, foram realizados testes para avaliação do mesmo e uma segunda coleta de dados foi realizada. A segunda coleta de dados teve como objetivo verificar se os requisitos coletados na primeira coleta de dados estavam corretos e quais novos requisitos poderiam estar em futuras atualizações do aplicativo. Os dados da segunda coleta de dados, provindos das avaliações com o público alvo servirão como base para atualizações futuras do aplicativo, espera-se que a primeira versão do aplicativo e versões futuras ocasionem mudanças positivas no cotidiano da educação especial e o melhor desenvolvimento e aprendizagem de crianças com TEA.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho está organizado em seis capítulos, seção de referências e Apêndices, conforme descrito a seguir:

- **Introdução:** visão geral do trabalho, incluindo referencial teórico sobre TEA, objetivos e metodologia utilizada no mesmo.
- **Trabalhos relacionados:** trabalhos relacionados relevantes que foram encontrados durante a fase de pesquisa bibliográfica.
- **Tecnologias de desenvolvimento:** visão geral e alguns conceitos de ferramentas de desenvolvimento escolhidas para a implementação do aplicativo “Autismo - CEEA”.
- **O aplicativo “Autismo - CEEA”:** visão geral das funcionalidades presentes na primeira versão do aplicativo, incluindo imagens da interface.
- **Avaliação e testes:** seção sobre a avaliação feita por especialistas e testes realizados através da ferramenta Test Lab do Firebase no aplicativo.
- **Considerações finais e trabalhos futuros:** considerações gerais sobre o trabalho, incluindo dificuldades encontradas na fase de desenvolvimento do aplicativo e na fase de avaliações e testes no Test Lab e planejamento de trabalhos futuros.

2 Tecnologias assistivas e trabalhos relacionados

Nos dias atuais, as tecnologias assistivas (TA) fazem parte de uma área em ascensão, estimulada pela necessidade cada vez maior de criar mecanismos de inclusão social para pessoas que apresentam algum tipo de deficiência que comprometa sua participação na sociedade. Para essas pessoas, recursos de TA são fundamentais para a sua mobilidade, atividades relacionadas à aprendizagem, trabalho, comunicação e interação com o mundo (RODRIGUES e ALVES, 2013).

Contextualizando, tecnologias assistivas têm como objetivos prover uma maior qualidade de vida, criando formas de favorecer, compensar, potencializar ou auxiliar habilidades e funções pessoais comprometidas por algum tipo de deficiência ou, em alguns casos, pelo envelhecimento (RODRIGUES e ALVES, 2013).

Segundo Rodrigues e Alves (2013), “O uso de recursos de TA sempre esteve presente na história da humanidade, até mesmo nos primórdios de sua existência, quando por exemplo, homens primitivos usavam pedaços de madeira como bengala improvisada. Com os avanços tecnológicos, esses recursos vão ganhando maior eficiência e abrangência, revelando processos criativos e transformativos”.

Existem muitas pesquisas que buscam desenvolver tecnologias assistivas envolvendo aplicações destinadas a pessoas diagnosticadas dentro do espectro autista. Entre os trabalhos encontrados, destacamos quatro que estão mais fortemente relacionados para descrever com mais detalhes.

Raposo et al. (2013) realizaram uma pesquisa que deu origem ao ComFiM, um jogo colaborativo para estimular a comunicação de crianças com autismo. O jogo foi implementado levando em consideração os requisitos de um grupo de crianças com TEA, com o objetivo de estimular a comunicação com estratégias colaborativas. O ComFiM foi pensado para a interação entre pares de usuários, onde cada usuário possuía um *tablet* onde teria acesso aos recursos do jogo.

Figura 2 Interface do ComFim



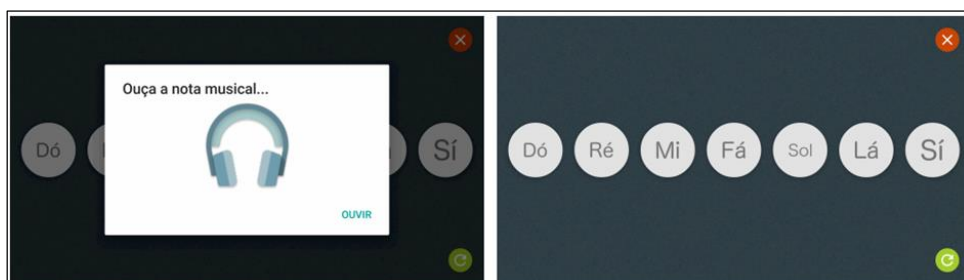
Fonte: (RAPOSO, RIBEIRO, *et al.*, 2013)

No ComFim, o tutor e a criança ficam em dispositivos diferentes e o tutor envia tarefas que devem ser cumpridas pelas crianças no seu próprio dispositivo. Como exemplificado na Figura 2, a criança recebeu uma tarefa e precisa selecionar o objeto correto dos que estão disponíveis no canto superior direito para concluir a tarefa indicada corretamente (RAPOSO, RIBEIRO, *et al.*, 2013).

O resultados obtidos nos testes e avaliações realizados durante o projeto do ComFim foram bons, observou-se que os participantes dos testes apresentaram melhorias significativas na comunicação no decorrer do uso do aplicativo (RAPOSO, RIBEIRO, *et al.*, 2013).

Lima et al. (2016), desenvolveram o protótipo do MusicApp, um aplicativo para apoio às crianças com TEA em aulas de musicalização e musicoterapia. O aplicativo foi desenvolvido a partir de uma pesquisa que participaram crianças com TEA, professores de musicalização, pais e terapeutas, onde os mesmos testavam diversos aplicativos já existentes definindo assim as reais necessidades para o MusicApp.

Figura 3 Interface do primeiro nível do MusicApp



Fonte: (LIMA, PEREIRA, *et al.*, 2016)

O protótipo do MusicApp possui 3 níveis: o primeiro trabalha a percepção melódica; o segundo trabalha com o tempo e o compasso; e o terceiro trabalha com uma junção dos dois níveis anteriores. Na Figura 3, está a interface do primeiro nível do aplicativo, onde a criança escuta uma nota musical e em seguida deverá selecionar a alternativa que indica a nota musical que correspondente ao som escutado (LIMA, PEREIRA, *et al.*, 2016).

As avaliações realizadas por especialistas com o protótipo constataram que o aplicativo possui potencial para ser utilizado em aulas presenciais de musicalização inclusivas ou para crianças com TEA. As próximas etapas do projeto incluem testes com crianças autistas e avaliação dos benefícios pedagógicos que o aplicativo pode trazer (LIMA, PEREIRA, *et al.*, 2016).

Cunha (2011) desenvolveu e avaliou um jogo de computador para ensino de vocabulário para crianças com TEA. O jogo utiliza uma técnica denominada “pareamento ao modelo”, onde é mostrado para a criança um estímulo visual (por exemplo, o desenho de um carro), e um conjunto de palavras (seguindo o mesmo exemplo, dentre elas, estaria a palavra “carro”), para que a criança dentre as opções escolha a que ela julgue ser a correta.

Figura 4 Interface do jogo para computador criado por Cunha (2011)



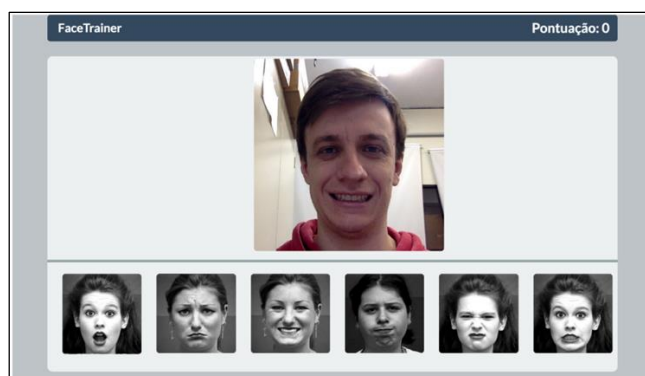
Fonte: (CUNHA, 2011)

Na Figura 4 está a interface do jogo. No centro da tela é exibido o estímulo modelo e na parte inferior da tela são exibidos os estímulos de comparação. O contador de partidas fica no canto esquerdo superior, e a contagem é ilustrada por meio de pequenas imagens de estrelas que são preenchidas a cada acerto do jogador (CUNHA, 2011).

Os resultados das avaliações do jogo mostraram que crianças com autismo leve obtiveram os melhores resultados e conseguiram reter e generalizar as palavras ensinadas pelo jogo. Já os resultados de testes realizados com uma criança com autismo severo não indicaram que ela tenha retido ou generalizado as palavras ensinadas pelo jogo, porém a criança apresentou evolução na sua coordenação motora fina, conseguindo em alguns casos apontar com o dedo a alternativa correta na tela do computador (CUNHA, 2011).

Pradi (2016) implementou uma ferramenta computacional para o treinamento no reconhecimento e produção de expressões faciais por autistas. Na parte de reconhecimento, um conteúdo multimídia principal (imagem, vídeo ou áudio) é apresentado, sendo que os usuários devem reconhecer qual a expressão facial associada ao conteúdo apresentado. Na produção, é apresentada uma imagem de uma expressão facial, sendo que o usuário deve imitar esta expressão facial em sua própria face.

Figura 5 Ferramenta computacional chamada *FaceTrainer*



Fonte: (PRADI, 2016)

O objetivo da ferramenta é o reconhecimento da expressão facial em um conteúdo apresentado (vídeo, imagem ou som). Na Figura 5, é mostrada a interface da ferramenta. O conteúdo é apresentado associado a uma determinada expressão facial, e outras seis imagens com expressões faciais básicas são mostradas na parte inferior da tela. O usuário deve analisar a conteúdo principal exibido e realizar a associação com uma das expressões faciais apresentadas entre as alternativas (PRADI, 2016).

Os resultados positivos obtidos pelos projetos citados mostram que pesquisas para o desenvolvimento de aplicativos móveis ou ferramentas computacionais direcionadas para o melhor desenvolvimento de indivíduos com TEA são essenciais e podem significar uma melhor qualidade de vida e inclusão social para esse grupo de pessoas, reforçando a importância do desenvolvimento do aplicativo “Autismo - CEEA”.

3 Tecnologias de desenvolvimento

Segundo Minetto (2007), um *framework* de desenvolvimento funciona como a “base” de um novo *software*, usando uma tecnologia desse tipo é possível desenvolver algo maior ou mais específico. Em outras palavras, frameworks são coleções de códigos-fonte, classes, funções, técnicas e metodologias que facilitam o desenvolvimento de novos softwares.

Existem diversas vantagens do uso de *frameworks* no desenvolvimento de *softwares*, como por exemplo, caminhos mais rápidos para executar tarefas repetitivas, que faz parte do conceito de boas práticas conhecido como “DRY – *Don't Repeat Yourself*”, que a tradução para o português é “não se repita” (MINETTO, 2007).

Uma característica dos *frameworks* é a padronização do projeto, cada *framework* tem suas particularidades e características, mesmo que utilizem a mesma linguagem de programação, o que torna mais fácil a manutenção posterior da aplicação, mesmo em casos onde a equipe que irá realizar a manutenção não é a mesma que desenvolveu o *software*, diminuindo assim o tempo e custos gastos com treinamento de novos membros na equipe.

Atualmente no mercado existem incontáveis *frameworks* para o desenvolvimento de aplicações, tanto móveis quanto para aplicações *web*, dentre as quais podemos citar o React Native, Flutter e o Ionic.

Para o desenvolvimento do aplicativo Autismo – CEEA, foi levado em consideração qual *framework* provia as melhores funcionalidades e a documentação mais completa para consultas durante o desenvolvimento, e apesar do React Native e do Flutter serem boas opções e serem amplamente usados no mercado de tecnologia, no momento do desenvolvimento, o Ionic foi considerada a opção mais viável.

Uma das razões para a escolha do Ionic seria o fato do *framework* contar com um simulador para testes integrado ao navegador do computador, possibilitando testar o aplicativo durante o desenvolvimento como uma aplicação *web* comum, sem a necessidade da instalação de simuladores externos e que consomem recursos computacionais demasiadamente.

Com o Ionic é possível construir aplicações híbridas, ou seja, que funcionem do mesmo modo nos sistemas operacionais *Android* e *iOS* compartilhando o mesmo código.

Outra plataforma também usada no desenvolvimento do aplicativo foi o Firebase, que é uma plataforma do Google que fornece serviços e ferramentas que podem ser usados em conjunto com os mais diversos *frameworks* e assim potencializar o *software* desenvolvido.

3.1 Ionic

Primeiramente, é necessário compreender as diferenças, vantagens e desvantagens entre a construção de aplicativos nativos e aplicativos híbridos. Aplicativos nativos são aplicativos construídos para sistemas operacionais específicos, ou seja, o aplicativo desenvolvido só será compatível com um sistema operacional, *Android* ou iOS, por exemplo, pois cada um dos sistemas possui suas particularidades próprias.

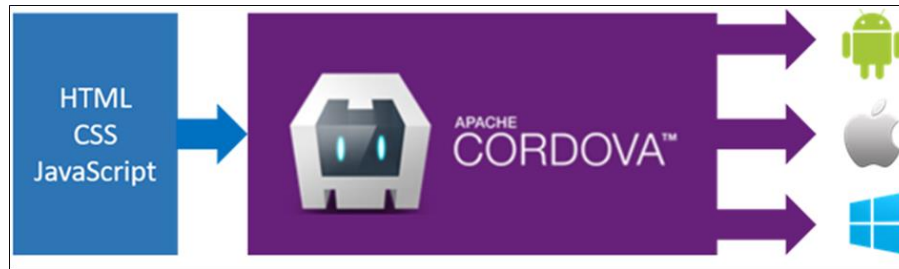
A grande vantagem de desenvolver aplicações nativas é o desempenho e uma melhor experiência para o usuário, em função da fácil integração entre as respectivas funcionalidades nativas do sistema, como a câmera e sensores, e o aplicativo. Porém, os custos e tempo de desenvolvimento são maiores, já que será necessário criar um projeto e codificar um código específico para cada sistema operacional que a aplicação irá ser disponibilizada, ou o aplicativo ficará restrito a apenas o sistema operacional para qual ele foi produzido.

Aplicativos híbridos são a junção de componentes de aplicativos nativos e aplicações *web*. Isso significa que um aplicativo com um único projeto e codificação pode ser disponibilizado para vários sistemas operacionais assim como aplicativos nativos, e ainda assim ser integrado com as especificações particulares de cada sistema operacional e ainda ser capaz de acessar componentes como câmera e sensores dos dispositivos móveis.

As vantagens de desenvolver aplicativos híbridos são a diminuição dos custos e tempo de desenvolvimento. E com os *frameworks* disponíveis no mercado atualmente, os aplicativos híbridos não possuem uma perda considerável de performance e desempenho em comparação aos aplicativos nativos.

Ionic é um dos principais *frameworks* de desenvolvimento para aplicativos híbridos no mercado. É código aberto, portanto de uso gratuito, possui uma grande comunidade de desenvolvedores em todo o mundo e uma documentação bem estruturada para o suporte dos desenvolvedores (IONIC, 2019). O Ionic é baseado em outros dois *frameworks*: O Angular, que é uma ferramenta de desenvolvimento de aplicações *web*; e o Apache Cordova, que permite a criação de aplicativos híbridos que sejam capazes de interagir com componentes nativos de cada sistema operacional (IONIC, 2019).

Figura 6 Funcionamento do Apache Cordova



Fonte: DevMedia (2018)

O Ionic usa HTML, CSS e Javascript e converte essas tecnologias para códigos nativos do *Android* e *iOS*, tornando assim o aplicativo compatível com esses sistemas. Com o Ionic, o desenvolvedor não precisa se preocupar em criar o design nativo, porque o próprio *framework* cria a interface nativa para cada sistema operacional. Com a integração entre o Angular, Apache Cordova e funcionalidades que o próprio Ionic possui, o aplicativo construído na ferramenta é bastante similar a aplicativos nativos, tanto em performance quanto em aparência (IONIC, 2019).

Figura 7 Tecnologias integradas ao Ionic

Construa aplicativos com a tecnologia web que você já conhece e ama

Sabe como construir websites? Então você já sabe como construir aplicativos móveis. O Framework Ionic oferece o melhor do desenvolvimento web e componentes nativos de dispositivos móveis para construir aplicativos altamente interativos e atualizados com a tecnologia web.

✔ Grátis & Código Aberto
O Framework Ionic é 100% gratuito e um projeto de código aberto, licenciado pelo MIT. E sempre irá ser gratuito para o uso de todos, e mantido por uma enorme e poderosa comunidade mundial.

✔ Completamente multiplataforma
Construa aplicativos web móveis, atuais e nativos para as principais app stores, com um único código. Aplicativos Ionic funcionam e são bonitos em qualquer lugar.

✔ Plugins nativos
Mais de 120 plugins nativos disponíveis, funcionalidades como Bluetooth, Healthkit, Finger Print Auth, e mais com os plugins do Cordova/Phonegap e extensões TypeScript.

✔ Documentação de primeira classe
Desenvolva com exemplos reais, componentes prontos, guias, tutoriais, tudo para a construção de aplicativos mais rápidos que antes.

Fonte: traduzido e adaptado de (IONIC, 2019)

3.2 Firebase

O Firebase é uma plataforma BaaS (*Backend as a Service*) adquirida pela Google em 2014, com ela é possível desenvolver para *iOS*, *Android* ou *Web*. O Firebase funciona como o *Backend* da aplicação, e possui diversos serviços e funcionalidades prontas para serem usadas.

Entre os recursos disponíveis no Firebase, destacam-se:

- **Autenticação:** sistema de autenticação segura de *login* para os usuários. É possível implementar funcionalidade de *login* a partir de contas de e-mail e senha assim como *login* do Google, Twitter, Facebook e GitHub (FIREBASE, 2019).
- **Realtime Database:** banco de dados NoSQL hospedado na nuvem. A partir dele os dados armazenados são sincronizados entre os usuários em tempo real. Os dados são armazenados em uma espécie de árvore de objetos JSON (FIREBASE, 2019).
- **Cloud Functions:** são funções JavaScript de finalidade única, executadas em um ambiente seguro e gerenciado. Elas são executadas apenas quando um evento específico em monitoramento é emitido (FIREBASE, 2019).
- **Cloud Messaging:** recurso que oferece uma conexão confiável entre servidor e dispositivos para enviar e receber mensagens e notificações no *Android*, *iOS* e *Web*, com baixo consumo de bateria. As notificações podem ser enviadas instantaneamente ou em horários pré-definidos (FIREBASE, 2019).
- **Cloud Storage:** Armazenamento e compartilhamento de imagens, áudio, vídeo ou outro conteúdo gerado pelos usuários usando um armazenamento de objetos (FIREBASE, 2019).
- **Test Lab:** é uma infraestrutura de testes para aplicativos baseada em nuvem. Com o Test Lab do Firebase é possível testar um aplicativo em uma grande variedade de dispositivos e configurações (FIREBASE, 2019). Mais sobre essa funcionalidade do Firebase será dita na seção 5.1 deste trabalho, onde testes serão realizados no aplicativo “Autismo - CEEA” utilizando esse ambiente de testes.
- **Monitoramento e Desempenho:** mecanismo que fornece *insights* sobre o desempenho do aplicativo, como tempo de inicialização e latência da rede à qual o usuário está conectado. (FIREBASE, 2019).

Uma plataforma *Backend as a Service* é um serviço de computação em nuvem que serve como *middleware*, ou seja, faz a mediação entre a aplicação e o servidor. Ele torna possível aos desenvolvedores uma forma para conectar suas aplicações móveis e *web* a serviços de nuvem a partir de APIs e SDKs. Esse tipo de serviço auxilia os desenvolvedores a acelerar a criação de aplicações *web* e móvel, pois em vez de codificar o *backend* inteiro, o desenvolvedor usa o BaaS para criar as APIs e conectá-las às aplicações, desta forma a infraestrutura do lado do servidor é abstraída completamente permitindo ao desenvolvedor se concentrar à experiência de usuário, o *frontend* (BATSCHINSKI, 2016).

Outras vantagens de usar o Firebase ou qualquer outra plataforma BaaS é a isenção de responsabilidade, pois toda a segurança dos dados fica a cargo da Google ou da empresa

responsável pela plataforma; a alta disponibilidade, pois os servidores da Google possuem extrema confiabilidade; o ganho de performance, pois com o *realtime database* a conexão entre aplicação e servidor mantém-se constante; a redução de custos, pois não é necessário manter uma estrutura física com servidores e, por fim, a economia de tempo, pois são disponibilizadas diversas API's que facilitam, por exemplo, a implementação de um sistema de autenticação (SGANZERLA e LUMMERTZ, 2018).

O Firebase possui um plano gratuito, que nesse primeiro momento do aplicativo vai ser o suficiente para o desenvolvimento e testes do aplicativo. Entretanto, possui também planos pagos que aumentam consideravelmente o desempenho de qualquer aplicação e que futuramente, em atualizações futuras, podem ser utilizados.

As funcionalidades do Firebase que foram usadas no desenvolvimento do aplicativo “Autismo - CEEA” foram a autenticação por *e-mail* e contas do Google e o *Test Lab* para testar a compatibilidade do aplicativo com vários dispositivos e versões do sistema *Android* (os resultados dos testes estarão na seção 5.1 deste trabalho).

3.3 Git e Gitlab

O uso de um protocolo de controle de versão é uma das boas práticas mais usadas em equipes de desenvolvimento de *software*. Segundo a documentação oficial do Git (2019), “O controle de versão é um sistema que registra as mudanças feitas em um arquivo ou um conjunto de arquivos ao longo do tempo de forma que você possa recuperar versões específicas”. Ou seja, em caso de imprevistos que possam ocorrer durante o desenvolvimento, o Git pode retroceder o código para um ponto onde a aplicação estivesse estável.

O Git também auxilia no trabalho de grandes equipes, onde várias pessoas podem estar trabalhando no mesmo projeto, cada uma em uma nova funcionalidade. Depois que novas implementações foram concluídas, com o auxílio do Git, é possível unir todas as alterações no projeto principal, de maneira quase automatizada, agilizando o processo e o desenvolvimento, e mantendo a aplicação estável.

O Git trabalha com repositórios locais e remotos. Por questões de segurança, é recomendável o uso de ambos em conjunto. Um dos mais populares repositórios remotos é o GitLab, que permite o uso de repositórios privados na sua versão gratuita (GITLAB, 2019), e por isso foi escolhido para ser usado no desenvolvimento do aplicativo “Autismo – CEEA”.

3.4 Outras tecnologias utilizadas

3.4.1 Typescript

A linguagem de programação utilizada no desenvolvimento do aplicativo foi o *Typescript*. O *Typescript* foi desenvolvido pela Microsoft e tem como objetivo solucionar problemas presentes no *Javascript*. Com o *Typescript* é possível realizar a tipagem de dados, criar interfaces, escrever o código usando conceitos da programação orientada a objetos, tudo isso de uma maneira que deixa o “código limpo” e de fácil entendimento (TYPESCRIPT, 2019). Uma das maiores vantagens de se utilizar *Typescript* é a possibilidade de evitar erros que em aplicações complexas seria muito complicado identificar a causa, afinal graças a tipagem de dados implementada na linguagem é muito mais fácil identificar, localizar e resolver problemas do tipo (TYPESCRIPT, 2019).

3.4.2 Banco de dados NoSQL e JSON

No aplicativo “Autismo - CEEA” foi utilizado um banco de dados do tipo NoSQL (*not only SQL*, ou em tradução livre, não apenas SQL) ou não relacional, que é uma alternativa aos bancos de dados do tipo relacional. Entre as vantagens de utilizar um banco de dados do tipo NoSQL estão a facilidade e rapidez para o desenvolvimento e melhorias na performance da aplicação. Um dos tipos suportados para manipulação e armazenamento de dados em um banco de dados NoSQL são objetos do tipo JSON (NAYAK, PORIYA e POOJARY, 2013).

JSON (*Javascript Object Notation* - Notação de Objetos Javascript) é um padrão para armazenamento de dados em formato de texto. O JSON vem sendo amplamente utilizado no desenvolvimento de aplicações *web* nos últimos anos, não somente em aplicações desenvolvidas em Javascript, mas também em outras como PHP, Ruby, Python, C++, C# e etc., a maioria das linguagens existentes atualmente oferece suporte ao uso de JSON (JSON, 2019).

Segundo a documentação oficial do (JSON, 2019), “Para seres humanos, é fácil de ler e escrever. Para máquinas, é fácil de interpretar e gerar”. E de fato, é muito simples ler e escrever um objeto JSON. A estrutura utilizada para representar e armazenar dados consiste em para cada valor que será armazenado, atribui-se um nome ou rótulo com seu significado.

No aplicativo CEEA, JSON foi o padrão utilizado para armazenar localmente as informações utilizadas no aplicativo, por exemplo, as informações referentes a cada cartão utilizado no aplicativo e para armazenar as pontuações das partidas do jogo, com o auxílio do

LocalStorage e *SessionStorage* que serão detalhados a seguir no trabalho. Sendo assim, o aplicativo não precisa estar conectado à *internet* ou qualquer outra rede para funcionar corretamente, tudo que é necessário para o seu funcionamento está localizado no próprio cliente em arquivos do tipo JSON que fazem parte do “*build*” do aplicativo.

No Apêndice A – Objeto JSON dos cartões, é possível visualizar um trecho do documento JSON utilizado na aplicação para armazenar e manipular os cartões do aplicativo “Autismo - CEEA”.

3.4.3 LocalStorage e SessionStorage

LocalStorage e *SessionStorage* fazem parte da API de *Web Storage* do HTML5, que é a sucessora dos antigos *cookies* que eram usados anteriormente em navegadores *web*. A *Web Storage* do HTML5 funciona como um banco de dados no *client-side* (no lado do cliente) (W3SCHOOLS, 2019).

A ideia é utilizar o sistema de chave/valor para armazenar os dados no navegador, similarmente a um JSON que armazena *strings* (variáveis que armazenam texto). A API de *Web Storage* é dividida entre *LocalStorage* e *SessionStorage*, e as duas funcionam basicamente da mesma forma, porém o *SessionStorage* armazena dados na sessão do usuário, ou seja, quando a sessão é encerrada (fechando o navegador), os dados serão descartados (W3SCHOOLS, 2019).

Com o *LocalStorage* os dados são armazenados independentemente da sessão do usuário, mesmo quando o navegador *web* é fechado, os dados continuam armazenados, só sendo descartados em caso de limpeza no *cache* do navegador ou com um comando específico existente na API (W3SCHOOLS, 2019).

Ambos os métodos foram escolhidos para serem utilizados no aplicativo “Autismo - CEEA” para armazenar dados dinâmicos gerados pelo uso do aplicativo, como por exemplo, o histórico de pontuações, devido a sua facilidade de uso e boa performance para a manipulação das informações.

4 O aplicativo “Autismo – CEEA”

Nesta seção será apresentada a visão geral do aplicativo e as funcionalidades presentes serão detalhadas.

4.1 Visão geral do aplicativo

Os computadores são considerados ferramentas promissoras para auxiliar o desenvolvimento de pessoas com TEA (CUNHA, 2011). De acordo com Dautenhahn (2000), o uso de computadores é indicado na educação especial de crianças autistas pela possibilidade de criar ambientes isolados, livre de distrações. Sendo assim, considerada uma característica determinante para o sucesso no tratamento de pessoas autistas.

Seguindo por essa lógica, o mesmo pode ser aplicado a aplicativos desenvolvidos para *smartphones*. E com a grande popularização deles nos últimos anos é muito pouco provável que um profissional especializado em educação especial de crianças com TEA ou responsáveis (pais, tios, avós e etc.) não possua acesso a um *smartphone*.

Apesar do aplicativo ter sido desenvolvido utilizando um *framework* de desenvolvimento móvel híbrido (que desenvolve tanto para dispositivos *Android*, quanto *iOS*), inicialmente ele possui apenas uma versão para *Android*, devido ao fato da empresa responsável pelo sistema *iOS* somente permitir testes e a criação do “*build*” do aplicativo a partir de um computador da mesma marca que utilize o sistema operacional *MacOS*, esse recurso estava indisponível durante o desenvolvimento da primeira versão do aplicativo CEEA. Porém, futuramente espera-se que a versão para *smartphones* com sistema *iOS* seja disponibilizada.

O aplicativo desenvolvido possui 64 cartões com título, descrição e imagem. Cada cartão é referente a uma ação ou emoção cotidiana. Na Figura 8 está a imagem de algumas telas do aplicativo onde é possível visualizar alguns cartões utilizados no aplicativo e no Apêndice B – Lista completas dos cartões se encontra um quadro com a lista completa dos cartões utilizados na primeira versão do aplicativo.

Figura 8 Alguns cartões disponíveis no aplicativo CEEA



Fonte: produzido pela autora.

Com os cartões implementados em um aplicativo móvel e de fácil acesso, espera-se que o aplicativo se torne uma ferramenta útil no desenvolvimento de habilidades sociais de crianças com TEA. É importante destacar que, devido as dificuldades existentes na alfabetização de crianças com TEA, o aplicativo não foi desenvolvido para que a mesma o utilize sozinha. Assim como os cartões físicos usados atualmente, e que serviram como inspiração para o aplicativo, a criança deve utilizar o aplicativo acompanhada por um adulto, que irá da melhor forma orientá-la durante o aprendizado. Foi devido a isso que na seção 5 onde serão detalhados os testes e as avaliações, foram consultados apenas adultos que se encaixaram no perfil desejado para a pesquisa.

4.2 Funcionalidades do aplicativo

4.2.1 Tela inicial

A primeira tela do aplicativo é o menu principal, ilustrado na Figura 9, em que é possível escolher entre as seguintes opções: iniciar jogo; cartões, que irá direcionar o usuário para uma tela contendo todos os cartões disponíveis no aplicativo; pontuações, que irá exibir o histórico de pontuações salvas até o momento no aplicativo; e sobre, onde informações básicas sobre o aplicativo, como versão, desenvolvedor(a) responsável, serão exibidas.

Figura 9 Tela inicial do aplicativo CEEA

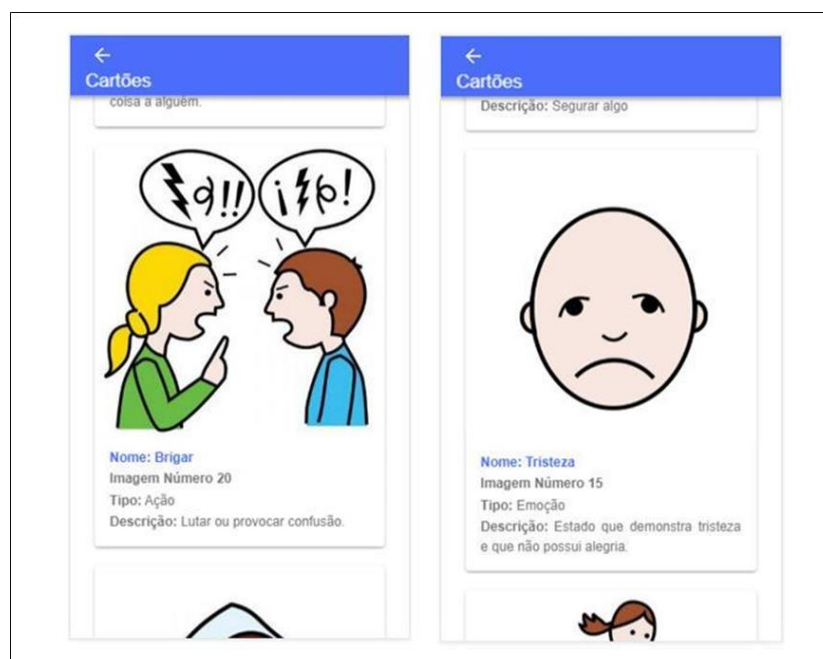


Fonte: produzido pela autora.

4.2.2 Cartões

Quando a opção “Cartões” é selecionada na tela inicial, a tela de cartões é exibida, como ilustrado na Figura 10. Nesta tela é possível visualizar todos os cartões disponíveis no aplicativo com todas as suas informações visíveis, podendo assim consultar qualquer cartão, sem a necessidade de iniciar um novo jogo para isso.

Figura 10 Tela Cartões do aplicativo CEEA

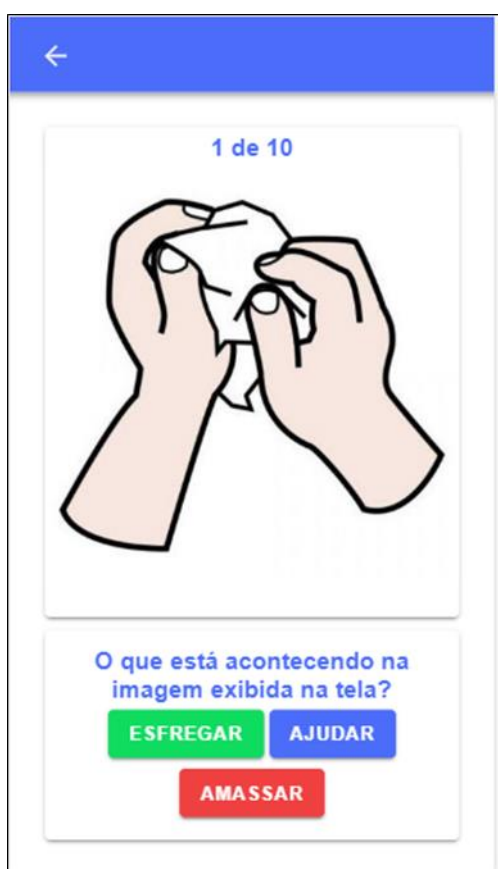


Fonte: produzido pela autora.

4.2.3 Jogo

Quando a opção “Iniciar Jogo” é selecionada, um novo jogo será iniciado. Na parte superior da tela será exibida o número da rodada atual, o padrão é que cada jogo possua 10 rodadas. Na parte central da tela, a imagem do cartão será exibida e logo abaixo, a pergunta “O que está acontecendo na imagem exibida na tela?” será feita, seguindo das alternativas disponíveis, assim como ilustrado na Figura 11.

Figura 11 Tela de alternativas do jogo do aplicativo CEEA



Fonte: produzido pela autora.

Figura 12 Tela de Resposta para alternativa incorreta do jogo



Fonte: produzido pela autora.

A posição da alternativa correta nunca é a mesma e é sempre escolhida aleatoriamente pelo algoritmo implementado no jogo. Assim como, as alternativas incorretas e suas respectivas posições que também serão sorteadas aleatoriamente pelo algoritmo.

Selecionando uma alternativa, no caso da Figura 12, incorreta, é informado que a resposta está errada e a resposta correta é informada, e logo em seguida está o botão “Próximo” que levará o usuário para a próxima rodada.

Figura 13 Tela de outra rodada do jogo do aplicativo CEEA



Fonte: produzido pela autora.

Figura 14 Tela de Resposta para alternativa correta do jogo



Fonte: produzido pela autora.

Na nova rodada, como ilustrado na Figura 13, o contador da rodada na parte superior é atualizado, e uma nova imagem, com novas alternativas, é exibida. Nesta rodada, a alternativa correta foi selecionada e na tela de resposta, ilustrada na Figura 14, é informado que a resposta está correta.

Independentemente se a resposta estiver correta ou não, as mesmas informações são exibidas na tela de resposta, visto que o objetivo do jogo é o aprendizado da criança.

Quando o contador de rodadas atingir o número que marca o final do jogo, que por padrão é 10, o jogo será finalizado e o resultado final será exibido, como ilustrado na Figura 15. As informações dadas serão: “Acertos”, “Erros” e “Aproveitamento”, que é a porcentagem de acertos que ocorreram naquela partida.

Figura 15 Tela de Resposta para alternativa incorreta do jogo do aplicativo CEEA

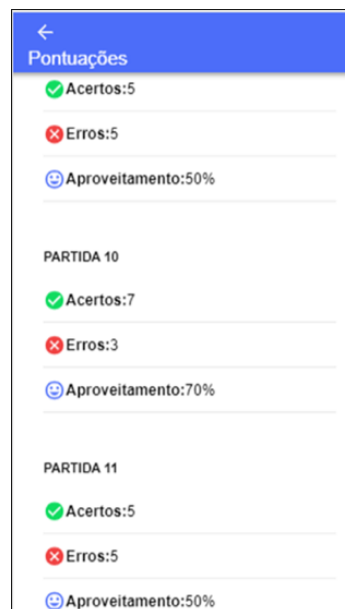


Fonte: produzido pela autora.

4.2.4 Histórico de pontuações

Selecionando a opção “Pontuações” na tela inicial, o usuário será direcionado a tela com todas as pontuações salvas no aplicativo, como ilustrado na Figura 16. A partir dela é possível acompanhar o progresso do usuário e consultar a pontuação de jogos anteriores.

Figura 16 Tela com o histórico de pontuações do aplicativo CEEA



Fonte: produzido pela autora.

4.2.5 Sobre o aplicativo

Na tela “Sobre o Aplicativo” informações sobre o mesmo são exibidas, como ilustrado na Figura 17, como quem desenvolveu, versão e uma breve descrição com o principal objetivo e público-alvo. Assim como os créditos aos responsáveis pelas imagens utilizadas no aplicativo, o site espanhol EducaSAAC, que em seu site informa que “é permitido copiar e redistribuir o material em qualquer meio ou formato, transformar e criar a partir do material, mas SEMPRE reconhecendo a autoria” (EDUCASAAC, 2019).

Figura 17 Tela “Sobre o Aplicativo” do aplicativo CEEA



Fonte: produzido pela autora.

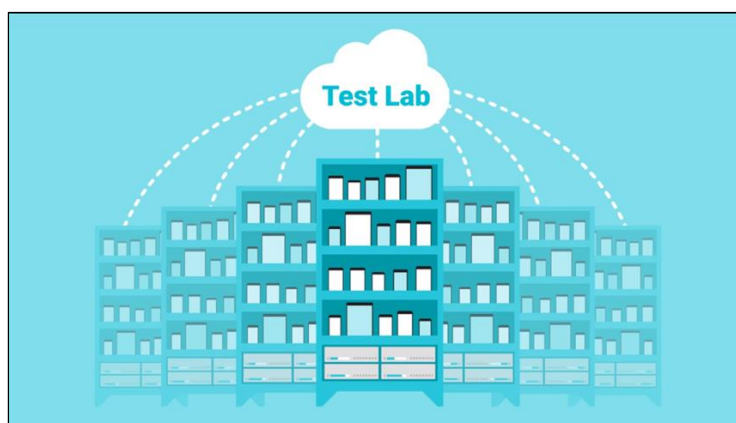
5 Avaliação e testes

5.1 Firebase Test Lab

Devido à enorme variedade de *smartphones* que usam o sistema *Android*, cada um com a sua especificidade de *hardware* (processadores diferentes, quantidade de memória RAM e de armazenamento interno, entre outras coisas) e *software* (versões diferentes do sistema), testar aplicativos é uma tarefa árdua e demorada. Seria necessária uma imensidão de aparelhos, o que demandaria muito tempo e teria um custo muito elevado.

Uma das soluções disponíveis atualmente para essa problemática é um dos serviços oferecidos pelo Firebase, o Test Lab. Como o próprio nome já diz, o serviço funciona como um laboratório de testes com uma infraestrutura baseada em nuvens que disponibiliza diversos dispositivos físicos e virtuais, com os mais diversos recursos de *hardware* e versões do sistema *Android*, que estão hospedados em *data centers* do Google, na Figura 18 há uma ilustração que exemplifica como diversos dispositivos *Android* ficam conectados e disponíveis para testes na nuvem do Firebase. Com o auxílio do Test Lab, é possível testar compatibilidade do aplicativo com vários dispositivos de forma fácil, barata e rápida (FIREBASE, 2019).

Figura 18 Exemplo da infraestrutura disponível no Test Lab



Fonte: (FIREBASE, 2019)

Devido aos recursos oferecidos pelo *Test Lab* e diante da necessidade de testar a compatibilidade do aplicativo “Autismo - CEEA” com a maior variedade possível de dispositivos, os testes com a assistência do *Test Lab* foram inseridos como parte do projeto de desenvolvimento e avaliação do aplicativo. O *Test Lab* fornece planos pagos, porém o plano gratuito foi o suficiente para realizar testes no aplicativo “Autismo - CEEA”.

Existem duas modalidades de testes no *Test Lab*: o *Robo Test*, onde um robô realiza os testes no aplicativo e nenhum código adicional é necessário para a realização; e o de teste de instrumentação, onde um “*script*” para o teste é criado por meio do *Android Studio* (ferramenta de desenvolvimento exclusiva para a criação de aplicativos *Android* nativos), essa modalidade ainda está disponível apenas para aplicativos nativos impossibilitando seu uso com o aplicativo “Autismo - CEEA”, que é um aplicativo híbrido (FIREBASE, 2019). Devido a isso, os testes realizados foram feitos pela modalidade *Robo Test*.

Devido a especificações do Cordova, usado pelo Ionic para a construção do aplicativo, a versão mínima do *Android* suportada pelo “Autismo - CEEA” é a 4.4 com o codinome de “*Kitkat*” e número de API 19, fazendo com que o aplicativo seja compatível com aproximadamente 95% dos dispositivos *Android* ativos na loja de aplicativos oficial do sistema, segundo dados do site *Android Developers* (2018). Então será a partir desta versão que serão iniciados os testes no *Test Lab*. No Anexo A – Versões do *Android* utilizadas atualmente estão os dados da última pesquisa divulgada pelo site *Android Developers* sobre a participação de cada versão do *Android* na loja de aplicativos do Google.

Para a realização dos testes, buscou-se selecionar dispositivos que fossem os mais variados possíveis, foram selecionados dispositivos de vários fabricantes e que foram lançados em períodos diferentes, portanto possuem *hardware* (processadores e memória RAM) distintos um do outro, mesmo que em alguns casos possuam a mesma versão do sistema *Android*.

Depois da seleção, foram realizados 10 testes, com 7 *smartphones* e 3 *tablets*. Na Tabela 1, encontra-se a relação com os dispositivos testados, suas respectivas versões, classificação entre *smartphone* ou *tablet* e o resultado dos testes executados.

Tabela 1 Resultados dos Testes no Teste Lab

Modelo	Nível da API	Versão	Codinome	Dispositivo	Resultado
Moto X	API de nível 19	4.4	KitKat	Smartphone	Aprovado
Galaxy Tab 3	API de nível 19	4.4	KitKat	Tablet	Aprovado
Nexus 7 (2013)	API de nível 21	5.0	Lollipop	Tablet	Aprovado
Galaxy J1 Ace	API de nível 22	5.1	Lollipop	Smartphone	Aprovado
Moto G Play	API de nível 23	6.0	Marshmallow	Smartphone	Aprovado
Galaxy J7	API de nível 23	6.0	Marshmallow	Smartphone	Aprovado
Pixel	API de nível 25	7.1	Nougat	Smartphone	Aprovado
Nexus 9	API de nível 25	7.1	Nougat	Tablet	Aprovado
Nokia 1	API de nível 27	8.1	Oreo	Smartphone	Aprovado
Pixel 2	API de nível 28	9.0	Pie	Smartphone	Aprovado

Fonte: Adaptado de (FIREBASE, 2019)

O Aplicativo “Autismo – CEEA” foi aprovado em todos os testes realizados no *Test Lab* do Firebase, com isso, é possível concluir que o aplicativo possui compatibilidade com uma gama considerável de dispositivos disponíveis no mercado atualmente, independentemente das especificações de cada um.

5.2 Avaliações

Após a finalização da primeira versão do aplicativo “Autismo - CEEA”, com a participação de profissionais especializados e responsáveis por crianças com TEA, foi realizada a avaliação do aplicativo com voluntários.

A avaliação do aplicativo “Autismo - CEEA” foi realizada por meio de um formulário disponível na plataforma *Google Forms*. Os participantes instalaram o aplicativo em seus próprios dispositivos, usando a loja de aplicativos oficial do sistema *Android*, e realizaram as tarefas descritas no questionário para responderem às perguntas solicitadas.

No total, a avaliação teve 22 participantes que se encaixaram no perfil solicitado pela pesquisa, que como já dito, seriam profissionais especializados e responsáveis por crianças com

TEA. A avaliação foi dividida em três partes: questionário inicial, roteiro de tarefas para serem executadas no aplicativo e questionário final.

5.2.1 Questionário inicial

No questionário inicial, disponível no Apêndice C – Avaliações feitas por especialistas, buscou-se conhecer um pouco o perfil do participante da avaliação. Foram realizadas perguntas sobre a familiaridade do participante com dispositivos tecnológicos, como computadores, *smartphones* e *tablets*, frequência de acesso à *internet*, faixa etária, qual a sua experiência com crianças com TEA (profissional ou responsável, por exemplo), e se já possui alguma experiência passada com alguma ferramenta ou jogo educativo com o objetivo semelhante ao aplicativo CEEA.

5.2.2 Cenário de teste

Após o questionário inicial, o participante tinha acesso a uma lista de tarefas que deveriam ser executadas no aplicativo. Essas tarefas abrangeram todas as funcionalidades do aplicativo, e o participante também era incentivado a explorar o aplicativo como bem desejasse.

A primeira tarefa [T1] correspondia a tela “Cartões” do aplicativo, onde o participante tinha acesso a todos os cartões disponíveis no aplicativo. Partindo da tela inicial, o participante tinha que pressionar o botão “Cartões” no menu principal e seria redirecionado para a tela de “Cartões”. Ao chegar na tela de cartões o participante era incentivado a explorar os cartões presentes no aplicativo e consultar o cartão de número 20.

Na segunda tarefa [T2], o participante tinha que voltar a tela inicial e pressionar o botão “Iniciar Jogo” para ter acesso a principal funcionalidade do aplicativo. Logo que o participante tivesse acesso a tela do jogo, uma nova partida seria iniciada. Para concluir a tarefa, o participante teria que jogar 3 partidas.

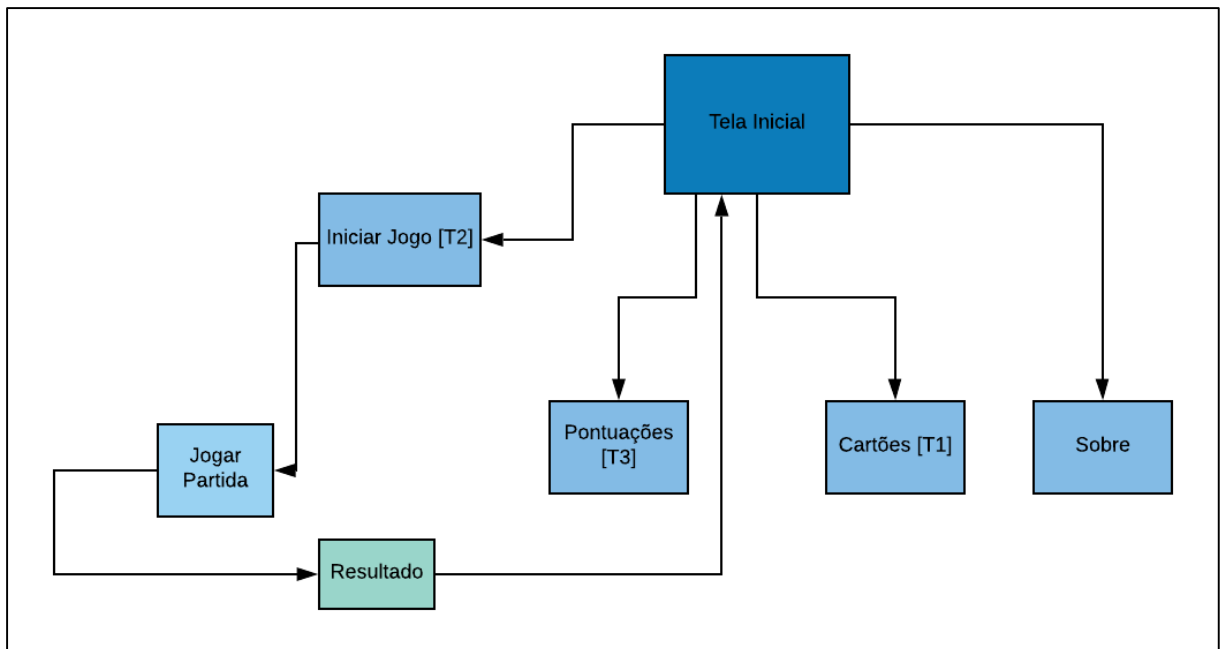
Para estimular o participante a explorar o aplicativo em sua totalidade, uma das recomendações era para que o participante errasse propositalmente algumas perguntas durante as partidas assim como uma criança com TEA provavelmente erraria e assim poderia avaliar a análise de desempenho nos resultados finais de cada partida.

Na tela inicial, como parte da terceira tarefa [T3], o participante deveria pressionar o botão “Pontuações”, onde teria acesso ao histórico de partidas, com informações sobre acertos, erros

e aproveitamento e assim avaliar a funcionalidade de consultar o progresso da criança usando o aplicativo.

A quarta tarefa [T4] era a última tarefa, nela o participante ficava livre para explorar o aplicativo como bem desejasse. Na Figura 19 está o fluxograma de funcionalidades do mesmo, com indicações onde as tarefas T1, T2 e T3 deveriam ser executadas.

Figura 19 Fluxograma das funcionalidades do aplicativo



Fonte: Produzido pela autora.

5.2.3 Questionário final

Após executarem as tarefas recomendadas, os participantes tinham que responder ao questionário final. Neste questionário havia perguntas qualitativas e quantitativas sobre a experiência do participante ao usar o aplicativo, como dificuldades encontradas, opinião sobre as funcionalidades, críticas e sugestões de melhorias para o aplicativo.

As perguntas quantitativas tinham como objetivo coletar dados sobre a experiência do participante ao usar o aplicativo e sobre as funcionalidades presentes no mesmo. As questões qualitativas buscavam um *feedback* dos participantes sobre a proposta do aplicativo, detalhes que poderiam ser melhorados e sugestões de novas funcionalidades.

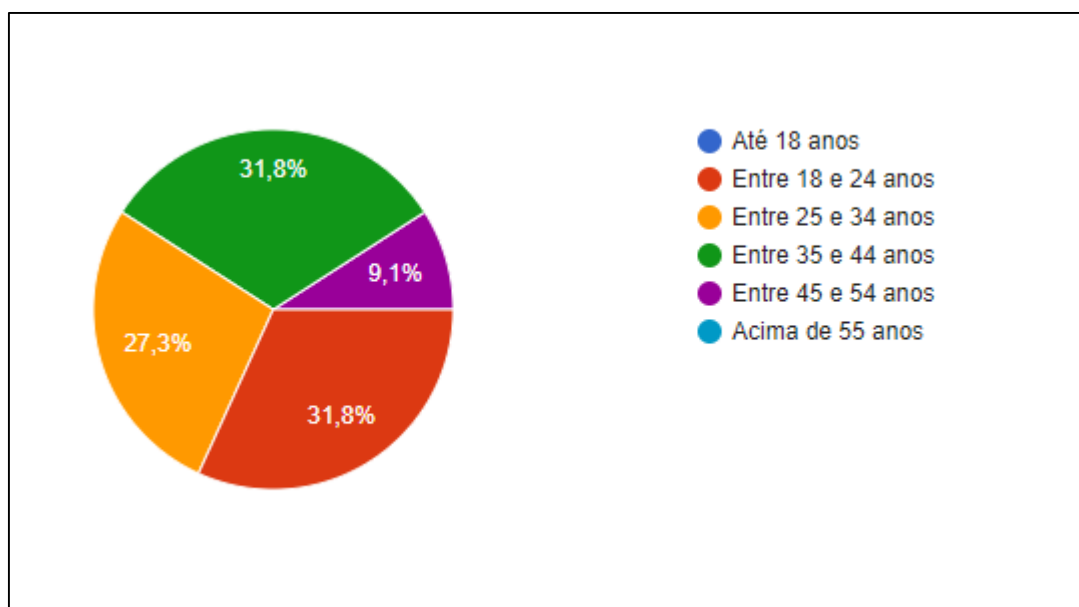
5.2.4 Resultados

Nesta seção do trabalho será discutido os dados coletados a partir das avaliações dos participantes. Os dados coletados serão analisados buscando compreender o perfil dos usuários, pontos positivos do aplicativo, pontos negativos do aplicativo e possíveis melhorias que o aplicativo possa ter em futuras atualizações.

5.2.4.1. Perfil do usuário

Com os dados coletados a partir do questionário inicial foi possível definir o perfil do usuário que irá fazer parte do público-alvo do aplicativo “Autismo - CEEA”. O resultado foi extraído a partir de 22 respostas recebidas pelo formulário online fornecido aos participantes. O grupo de participantes acabou tendo faixas etárias bem diversificadas, os grupos com participações mais significativas foram as faixas de idade entre 18 a 24 anos e 35 a 44 anos, ambas com sete participantes em cada. Seis participantes declararam que possuem entre 25 a 34 anos e apenas dois informaram que possuem mais de 45 anos. O gráfico com os dados referentes a faixa etária dos participantes se encontra na Figura 20.

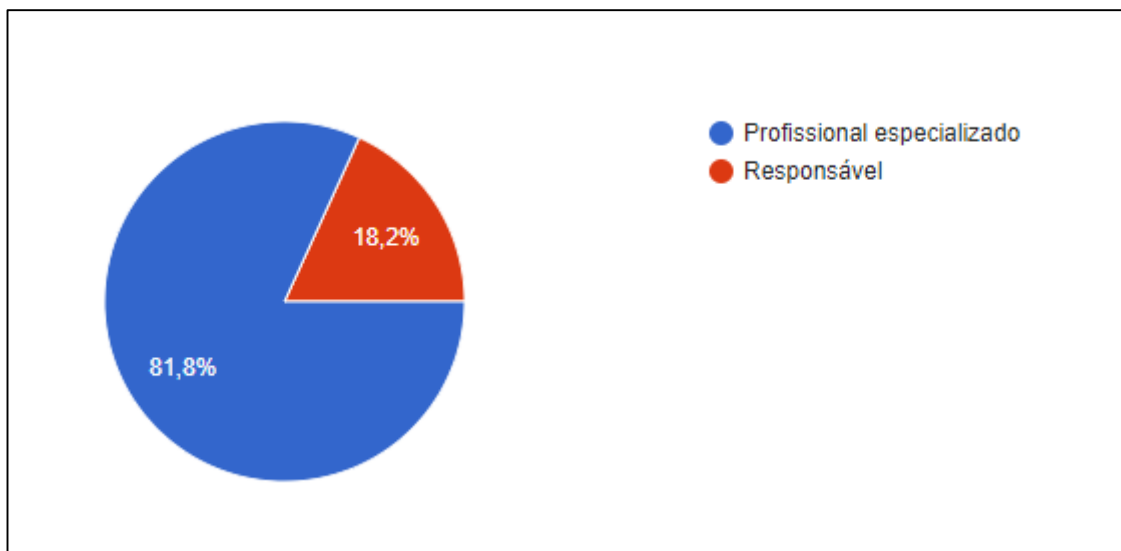
Figura 20 Faixa etária dos participantes nas avaliações



Fonte: produzido pela autora.

Na Figura 21 se encontra os dados referentes a participação de profissionais e responsáveis nas avaliações. Segundo os dados, aproximadamente, 82% dos participantes informaram que são profissionais especializados em educação de crianças com TEA, o restante dos participantes respondeu que são responsáveis (pais, tios e etc.) por crianças com TEA.

Figura 21 Participação de profissionais e responsáveis nas avaliações



Fonte: produzido pela autora.

Sobre a posse de dispositivos tecnológicos como *smartphones*, *tablets* e computadores, apenas um participante informou que não possui nenhum, 90% dos participantes informaram possuir um *smartphone* e pouco mais de 80% declarou que possui um computador *desktop* ou *notebook*, apenas 18% declararam possuir um *tablet*. Em relação a frequência do uso desses dispositivos, 41% declararam que os utilizam entre 3 e 6 horas por dia, 31% falaram que fazem o uso dos mesmo entre 1 e 3 horas por dia, 23% declararam que possuem uma média de uso acima de 6 horas e 4% respondeu que utiliza apenas por 1 hora diária qualquer um desses dispositivos.

Entre os aplicativos mais utilizados pelo grupo de participantes estão o *WhatsApp*, Facebook, Youtube e serviços de *e-mail*, todos são utilizados por mais da metade dos participantes. Com isso, podemos afirmar que o uso de aplicativos móveis é comum e rotineiro para o público-alvo do aplicativo “Autismo - CEEA”.

Sobre as perguntas quantitativas a respeito de experiências prévias com ferramentas educativas e jogos educativos voltado para crianças, representado no Quadro 1, os participantes foram questionados se já utilizaram alguma ferramenta computacional ou jogo destinado ao ensino de crianças e se utilizaram, como foi a experiência com o uso. Apenas três participantes falaram já ter alguma experiência prévia com ferramentas digitais educativas. Entretanto, a respeito de jogos educativos, 12 participantes relataram que já utilizaram, jogos de tabuleiro e jogos que estimulem a memória e a comunicação foram alguns dos citados pelos os participantes.

Quadro 1 Experiência dos participantes com ferramentas digitais e jogos educativos

Participante	Experiência com ferramentas digitais educacionais	Experiência com jogos educativos
P1, P2, P5, P9, P12, P18, P20 e P22	Não	Não
P3	Não	Sim. Jogos que estimulem a psicomotricidade
P4	Não	Sim, jogo da memória, dominó adaptado, quebra cabeça. As crianças gostam bastante de construir os próprios jogos.
P6	sim, tive uma ótima experiência	Não
P7	Não	sim, tive uma ótima experiência e as crianças adoraram
P8	Sim, alguns aplicativos de celular que não me recordo o nome, mas tive uma ótima experiência.	sim, foram jogos que estimulavam a memória e o raciocínio lógico e tive uma ótima experiência com eles
P10	Não	Sim, jogos utilizando cartões. tive uma boa experiência
P11	Não	Sim, jogos de tabuleiros e cartas
P13	Não	Sim, geralmente jogos que estimulam a criatividade e comunicação
P15	Nunca usei	Sim, era uma espécie de dominó onde as crianças deveriam formar palavras com as cartas, e tive uma ótima experiência com ele.
P16	Não utilizei	Sim, tive uma ótima experiência com os jogos e dinâmicas que utilizei
P17	não utilizei	sim, eram jogos de tabuleiro e tive uma boa experiência com eles

P19	De <i>internet</i> , só Youtube ou a internet normal mesmo. É fácil o acesso à imagens, músicas e vídeos, para mostrar alguns conteúdos em sala de aula.	Sim, como trabalho em escola as crianças têm, semanalmente, uma aula com jogos em iPad e computadores, mostrados e orientados por profissional especializado.
P21	Não	Sim. Técnicas lúdicas e comunicação alternativa para pacientes impossibilitados de se comunicarem

Fonte: produzido pela autora.

Todos os participantes que já utilizaram jogos ou ferramentas educativas declararam ter tido uma boa experiência com o recurso. P3 citou a psicomotricidade, e segundo Mendonça (2007), psicomotricidade é:

“É a ciência que tem o ser humano como objeto de estudo, mais propriamente o movimento corporal humano, relacionado aos seus mundos interno e externo. É sustentada por três elementos fundamentais: o movimento, o intelecto e o afeto. Psicomotricidade, portanto, é um termo empregado para uma concepção de movimento organizado e integrado, em função das experiências vividas pelo sujeito, cuja ação é resultante de sua individualidade, sua linguagem e sua sociabilização. Está relacionada ao processo de maturação, em que o corpo é a origem das aquisições cognitivas, afetivas e orgânicas, o que chamamos desenvolvimento psicomotor.”

P4 e P8 destacaram jogos relacionados a memória, P4 ainda falou sobre quebra cabeças e P8 sobre jogos que estimulem o raciocínio lógico. P10 e P11, falaram que já utilizaram jogos de cartas ou com cartões. P13 destacou que geralmente utiliza jogos que estimulem a criatividade e comunicação, a criatividade também foi apontada por P4 que declarou que as crianças gostam de construir seus próprios jogos durante as atividades propostas. P11 e P17 citaram jogos de tabuleiros, e P4 e P15 falaram sobre versões adaptadas do jogo de dominó.

P19 foi o único que declarou uma experiência utilizando aplicativos na companhia das crianças, afirmando que, onde trabalha *“as crianças têm, semanalmente, uma aula com jogos em iPad e computadores, mostrados e orientados por profissional especializado.”*

5.2.4.2. Resultados qualitativos

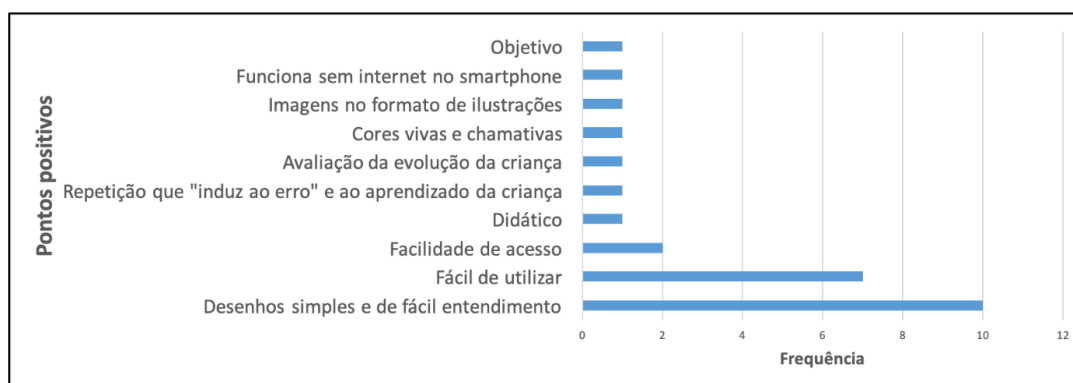
A primeira parte do questionário buscou coletar dados qualitativos a respeito da proposta do aplicativo e as funcionalidades presentes na primeira versão. A proposta do aplicativo foi bem aceita, todos os participantes afirmaram terem tido uma experiência “boa” ou “excelente” utilizando o aplicativo.

Sobre as funcionalidades do aplicativo: o resultado foi bem similar, a maioria dos participantes concorda que as funcionalidades serão úteis para o desenvolvimento das crianças com TEA. Na parte final do questionário final foi solicitado aos participantes que listassem pontos positivos e negativos do aplicativo.

O resultado da análise das respostas mais comuns recebidas sobre os pontos positivos do aplicativo estão descritas na Figura 22 e na Figura 23 se encontra a análise dos pontos negativos. Os gráficos presentes nas figuras destacam a frequência com que a resposta foi citada pelos participantes, por exemplo, na Figura 22, entre os 22 participantes, 10 destacaram “desenhos simples e de fácil entendimento” como um ponto positivo do aplicativo.

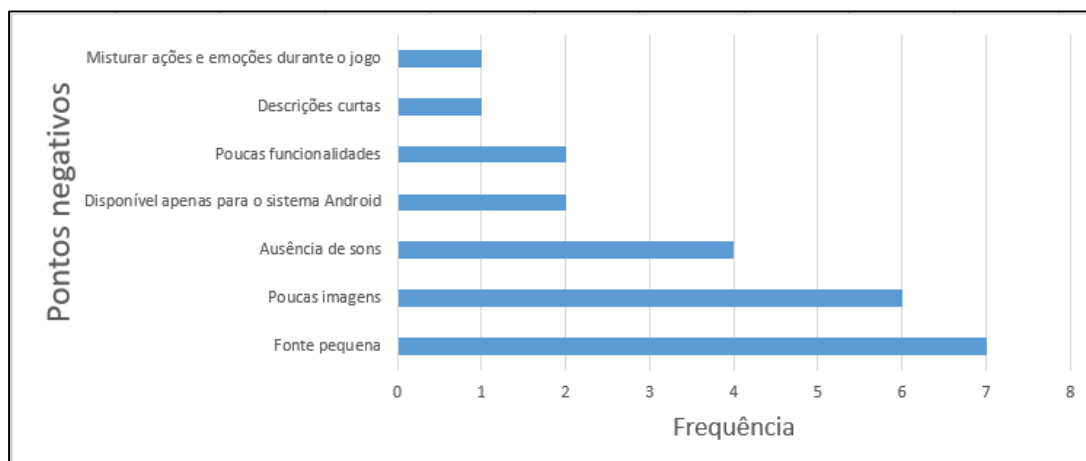
Também foi perguntado aos participantes se poderiam sugerir novas funcionalidades para serem implementadas nas futuras versões do aplicativo, as sugestões mais frequentes estão demonstradas na Figura 24.

Figura 22 Gráfico pontos positivos apontados do aplicativo



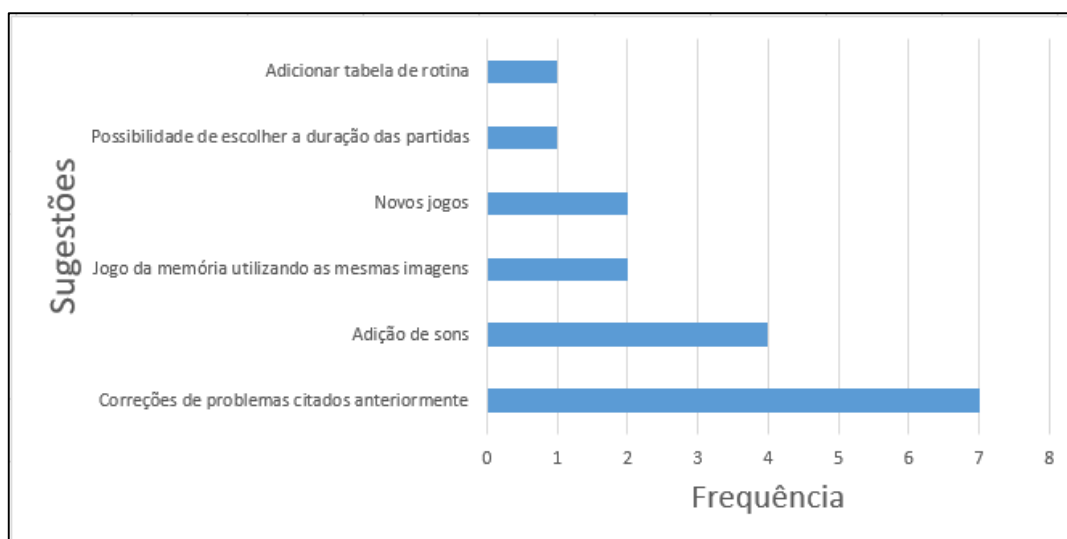
Fonte: Produzido pela autora.

Figura 23 Gráfico pontos negativos apontados do aplicativo



Fonte: Produzido pela autora.

Figura 24 Gráfico com sugestões de funcionalidades para futuras versões do aplicativo



Fonte: Produzido pela autora.

5.2.4.3. Usabilidade do aplicativo e recursos da interface

A opinião geral dos participantes quanto a sua satisfação com relação ao aplicativo é que a sua utilização funciona de forma simples e objetiva, nenhum participante encontrou dificuldades para realizar as tarefas solicitadas. Porém, boa parte dos participantes sugeriram a adição de sons no aplicativo, P4 sugeriu “*acrescentar áudios que indiquem acertos e erros, ou apenas áudio de fundo*”, supondo que tal funcionalidade poderia aumentar a atratividade entre o aplicativo e seus usuários.

Alguns problemas na interface foram apontados, como por exemplo, o tamanho da fonte usada no aplicativo. Segundo P1, “*Acredito que, para uma criança autista, o aplicativo deveria*

estar com fonte em caixa alta”. Aproximadamente 32% dos participantes apontaram o tamanho da fonte como sendo um problema na interface do aplicativo.

Outra questão apontada por cerca de 27% dos participantes é que a quantidade de cartões no aplicativo poderia ser maior e contar com descrições mais completas. P2 declarou que *“poderia haver mais cartões”*. E segundo P22, *“falta recursos audiovisuais e pouca descrição de ações”*. É importante destacar que a primeira versão do aplicativo conta com 64 cartões com imagens e descrições, e é previsto que as próximas versões irão contar com novos cartões, incluindo novas descrições.

5.2.4.4. Funcionalidades

As funcionalidades presentes na primeira versão do aplicativo foram bem aceitas pelos participantes, quase a totalidade dos participantes executaram as tarefas sem dificuldades, apenas o participante P22 declarou ter encontrado dificuldades para executar as tarefas solicitadas, segundo ele: *“tive dificuldades para retornar a tela inicial após realizar as tarefas”*, isso pode ter acontecido devido ao problema com o tamanho da fonte apontado por outros participantes, o que dependendo do tamanho da tela do dispositivo onde o participante P22 realizou a avaliação pode ter se tornado um problema mais evidente.

Porém vários participantes declararam que o aplicativo poderia contar com mais funcionalidades, incluindo novos modos de jogos. Os participantes P4 e P13 sugeriram a criação de um jogo da memória utilizando as mesmas imagens presentes no aplicativo.

Outras funcionalidades interessantes foram sugeridas pelos participantes e podem ser incluídas no planejamento de futuras atualizações do aplicativo, como, por exemplo, a sugestão do participante P1 que sugeriu a criação de uma tabela de rotinas no aplicativo, que seria como um cronograma com atividades predefinidas que a criança deverá cumprir na sua rotina, segundo o participante *“é necessário trabalhar com rotina com autistas e se tivesse no aplicativo, junto com as imagens que ele já proporciona, seria ótimo”*.

É importante destacar que o objetivo inicial do aplicativo, definido no início deste trabalho, foi atingido. Segundo os participantes que o avaliaram e testes realizados e citados anteriormente neste trabalho, o aplicativo funciona bem, é acessível e compatível com uma grande variedade de dispositivos *Android*. O participante P19, ainda declarou que o aplicativo *“É útil não só para o trabalho com autistas, mas para crianças com outras tantas dificuldades de interação e comunicação”*, sendo assim, é possível futuramente procurar formas de

implantar novas funcionalidades para atender crianças com outras patologias cognitivas além do TEA.

5.2.4.5. Futuras atualizações

Com o *feedback* recebida dos participantes foi possível detectar os principais problemas com a primeira versão do aplicativo, a partir disso será possível definir futuras atualizações e aperfeiçoamentos no aplicativo para atender de melhor forma os seus usuários.

No Quadro 2 estão listados os principais problemas apontados pelos participantes da avaliação e também possíveis soluções que poderão ser implementadas para solucioná-los.

Quadro 2 Principais problemas apontados no aplicativo e possíveis soluções

Problema	Possível solução
Tamanho da fonte do aplicativo	Criar a opção para o próprio usuário escolher o tamanho da fonte no aplicativo entre “pequeno”, “médio” e “grande”
Poucos cartões	Adicionar mais cartões e novas informações nas próximas versões
Ausência de sons	Buscar maneiras de adicionar sons no aplicativo, de forma que ele se torne mais atrativo e chamativo para as crianças
Poucas funcionalidades	Procurar novas formas de utilizar os cartões já presentes no aplicativo. Uma possibilidade seria a criação de um jogo da memória, sugerido por alguns participantes.
Duração das partidas	Criar a opção para o próprio usuário definir a duração das partidas, com opções predefinidas ou personalizadas.
Disponível apenas para sistema Android	Testar e publicar o aplicativo para o sistema iOS

Fonte: produzido pela autora.

6 Considerações finais e trabalhos futuros

Este trabalho apresentou o projeto de desenvolvimento e avaliação do aplicativo móvel “Autismo - Cartões de Ações e Emoções (CEEA)” que tinha como objetivo ser uma ferramenta de auxílio a profissionais especializados e responsáveis por crianças com transtorno do espectro autista (TEA). O trabalho foi dividido em duas partes principais: a primeira parte foi sobre o processo de desenvolvimento do aplicativo e a segunda parte foi sobre os testes e avaliações que iriam avaliar o aplicativo.

A fase de desenvolvimento ocorreu de acordo com o planejado, as ferramentas de desenvolvimento escolhidas corresponderam às expectativas e forneceram o suporte necessário para o bom desenvolvimento do aplicativo. Enfrentamos dificuldade no desenvolvimento do aplicativo para sistema iOS, que devido a restrições da empresa responsável pelo sistema operacional, não foi possível testar e publicar o aplicativo. Espera-se que em um futuro próximo seja possível resolver essa questão e disponibilizar o aplicativo para dispositivos com sistema operacional iOS, serão buscadas formas de disponibilizar o aplicativo para sistemas iOS, e assim, usufruir completamente do fato do aplicativo ter sido desenvolvido com tecnologia híbrida.

Foram selecionados dispositivos com configurações diversificadas no *Test Lab* do Firebase, indo dos dispositivos mais antigos para os dispositivos com lançamentos mais recentes. Os testes realizados no aplicativo usando a ferramenta foram bem-sucedidos, o mesmo foi aprovado em todos os dispositivos selecionados para os testes. Com isso foi possível comprovar a compatibilidade do aplicativo com dispositivos *Android* de várias configurações e especificações. A seleção completa dos dispositivos e resultados dos testes se encontra na Tabela 1.

As avaliações realizadas por especialistas receberam um *feedback* positivo, poucos problemas foram apontados e o aplicativo funcionou de maneira esperada e estável. Os participantes também sugeriram novas funcionalidades que poderão ser implementadas em atualizações futuras do aplicativo. Nesta fase, a dificuldade encontrada foi conseguir participantes dispostos a avaliar o aplicativo e responder os questionamentos realizados, devido ao perfil específico esperado dos participantes.

Como trabalhos futuros do projeto, primeiramente iremos implementar a solução dos problemas apontados pelos participantes da avaliação, como problemas envolvendo a fonte do aplicativo e a quantidade de cartões. Será realizado também uma revisão e aprimoramento das informações presentes no aplicativo, como nas descrições dos cartões, para corrigir incoerências apontadas na primeira versão do aplicativo.

Após as correções, a próxima fase do projeto irá começar a implementação de novas funcionalidades, como novos módulos de jogos, adição de sons, criação de uma tabela de rotinas e melhorias nos relatórios de desempenho do aplicativo. Uma sugestão interessante dada por vários participantes foi a criação de um jogo da memória adaptado, essa funcionalidade será estudada e possivelmente implementada em futuras atualizações.

Por fim, as atualizações com novas funcionalidades e aprimoramento serão disponibilizadas de forma gratuitas nas lojas de aplicativos dos sistemas correspondentes. O repositório Git contendo o código completo do aplicativo também será disponibilizado em comunidades *open source* (código aberto), como a rede social GitHub, popular entre desenvolvedores do mundo todo.

Referências

ASSOCIATION, A. P. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5)**. 5ª. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, v. V, 2014.

AUTISTA, U. Emoções, ações e expressões. **Universo Autista**, 2019. Disponível em: <<http://universoautista.com.br/oficial/produto/emocoes-acoes-e-expressoes/>>. Acesso em: 19 Março 2019.

BATSCHINSKI, G. Backend as a Service: Prós e Contras. **InfoQ**, 2016. Disponível em: <<https://www.infoq.com/br/news/2016/07/backend-pros-e-contras>>. Acesso em: 09 Setembro 2018.

CUNHA, R. M. **Desenvolvimento e avaliação de um jogo de computador para ensino de vocabulário para crianças com autismo**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico e Científico da PUC-Rio). Rio de Janeiro, p. 111. 2011.

DAUTENHAHN, K. **Design Issues on Interactive Environments for Children with Autism**. Adaptive Systems Research Group, Department of Computer Science, University of Hertfordshire, College Lane, Hatfield, Herts AL10 9AB, UNITED KINGDOM. [S.l.], p. 8. 2000.

DEVELOPERS, A. Painéis. **Android Developers**, 2018. Disponível em: <<https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>>. Acesso em: 20 Março 2019.

DEVMEDIA. Cordova: Neste Guia de Referência você encontrará o conteúdo que precisa para aprender a desenvolver aplicativos mobile multiplataforma utilizando o Cordova. **DevMedia**, 2018. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/guia/cordova/38321>>. Acesso em: 09 Setembro 2018.

EDUCASAAC. Aviso Legal. **EducaSAAC**, 2019. Disponível em: <<http://educasaac.educa.madrid.org/aviso-legal>>. Acesso em: 05 Março 2019.

FACION, J. R. **Transtornos do Desenvolvimento e do Comportamento**. 3ª. ed. Curitiba: Ibpex, 2007.

FIREBASE. Firebase helps mobile app teams succeed. **Firestore**, 2019. Disponível em: <<https://firebase.google.com/?hl=pt-br>>. Acesso em: 09 Março 2019.

FRAGA, M. N. N. **Ensino De Habilidades Emocionais Para Pessoas Autistas**. Monografia (Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE na Universidade Estadual de Maringá). Maringá, p. 29. 2009.

GIT. Primeiros passos - Sobre Controle de Versão. **Git**, 2019. Disponível em: <<https://git-scm.com/book/pt-br/v1/Primeiros-passos-Sobre-Controle-de-Vers%C3%A3o>>. Acesso em: 14 Março 2019.

GITLAB. GITLAB. **GITLAB**, 2019. Disponível em: <<https://gitlab.com/>>. Acesso em: 09 Março 2019.

IONIC. What is Ionic. **Ionic Framework**, 2019. Disponível em: <<https://ionicframework.com/what-is-ionic>>. Acesso em: 09 Setembro 2019.

JSON. Introducing JSON. **JSON.org**, 2019. Disponível em: <<https://www.json.org/>>. Acesso em: 05 Março 2019.

LIMA, D. W. F. et al. **MusicApp: Um Aplicativo Para Apoio Às Crianças Autistas Nas Aulas De Musicalização**. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). Uberlândia, p. 7. 2016.

MENDONÇA, M. E. **A psicomotricidade e a educação somática à luz da psicanálise winnicottiana**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP. São Paulo, p. 268. 2007.

MINETTO, E. L. **Frameworks para Desenvolvimento em PHP**. 1ª. ed. São Paulo: Novatec, 2007.

NAYAK, A.; PORIYA, ; POOJARY, D. **Type of NOSQL Databases and its Comparison with Relational Databases**. International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS) - Foundation of Computer Science FCS, New York, USA. New York, p. 4. 2013.

OZONOF, S.; GOODLIN-JONES, B. L.; SOLOMON,. **Assessment of Childhood Disorders**. 4ª. ed. New York: The Guilford Press, 2007.

POLVARINI, V. D. M. **Mapeamento Das Produções Científicas E Perspectivas Educacionais Sobre O Transtorno Do Espectro Do Autismo**. Monografia (Bacharelado em Psicologia) - União das Faculdades dos Grandes Lagos (UNILAGO). São José do Rio Preto. 2017.

PRADI, T. **Ferramenta Computacional Para Treinamento No Reconhecimento E Produção De Expressões Faciais Por Autistas**. Dissertação (Mestrado em Informática no Programa de Pós-Graduação em Informática) - Setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2016.

RAPOSO, et al. **ComFiM - Um Jogo Colaborativo para Estimular a Comunicação de Crianças com Autismo**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS COLABORATIVOS. Manaus. 2013.

RODRIGUES, P. R.; ALVES, L. R. G. Tecnologia assistiva – uma revisão do tema. **Holos**, v. VI, p. 11, Dezembro 2013. Disponível em: <<http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/bitstream/fieb/687/1/Tecnologia%20assistiva%20-%20uma%20revis%C3%A3o%20.pdf>>. Acesso em: 15 Junho 2019.

SGANZERLA, ; LUMMERTZ, R. S. **Direto ao Ponto – App colaborativo do transporte coletivo usando o Firebase**. [S.l.], p. 23. 2018.

SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Métodos de Pesquisa**. 1ª. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

TYPESCRIPT. TypeScript Language Specification. **Github**, 2019. Disponível em: <<https://github.com/Microsoft/TypeScript/blob/master/doc/spec.md>>. Acesso em: 05 Março 2019.

VALDEZ, D. **Necessidades educativas especiais em transtornos de desenvolvimento**. 1ª. ed. Buenos Aires: Arque Education, 2007.

W3SCHOOLS. What is HTML Web Storage? **W3Schools**, 2019. Disponível em: <https://www.w3schools.com/html/html5_webstorage.asp>. Acesso em: 05 Março 2019.

Apêndice A – Objeto JSON dos cartões

Trecho do código do objeto JSON utilizado no aplicativo para armazenar e manipular os cartões nas funcionalidades do aplicativo “Autismo - CEEA”.

Figura 25 Trecho do código dos cartões utilizado no aplicativo CEEA

```
public cardArray: Array<CardModel> = [  
  {  
    "id": 1,  
    "type": "Ação",  
    "image": "assets/imgs/0-abracar.jpg",  
    "title": "Abracar",  
    "description": "Um abraço significa carinho, amor, afeto e amizade. Um abraço est  
  },  
  {  
    "id": 2,  
    "type": "Ação",  
    "image": "assets/imgs/1-abrir.jpg",  
    "title": "Abrir",  
    "description": "Separar, afastar o que está junto."  
  },  
  {  
    "id": 3,  
    "type": "Ação",  
    "image": "assets/imgs/2-ajudar.jpg",  
    "title": "Ajudar",  
    "description": "Ação de auxiliar, socorrer, facilitar, tornar algo mais fácil."  
  },  
  {  
    "id": 4,  
    "type": "Ação",  
    "image": "assets/imgs/3-amassar.jpg",  
    "title": "Amassar",  
    "description": "Fazer com que seja esmagado"  
  },  
]
```


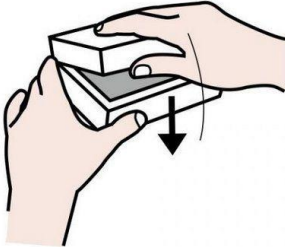
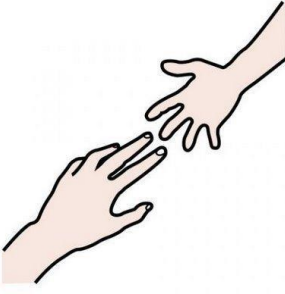
Fonte: Produzido pela autora.



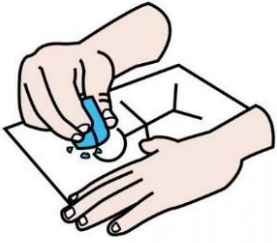
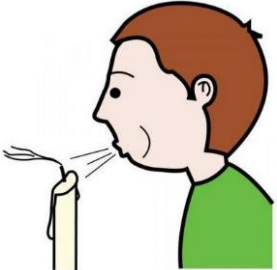

Apêndice B – Lista completas dos cartões




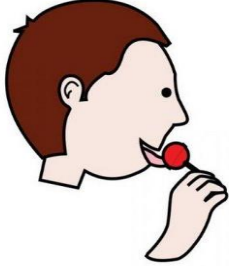
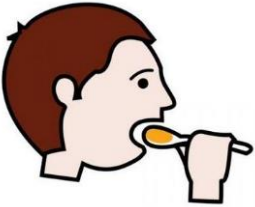

Lista com todos os cartões disponíveis, com as suas respectivas informações, na primeira versão do aplicativo “Autismo – CEEA”.


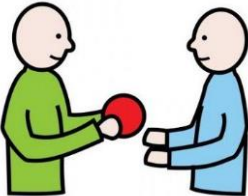

Todas as imagens utilizadas no aplicativo foram encontradas no site EducaSaac e são livres para uso por terceiros (EDUCASAAC, 2019).


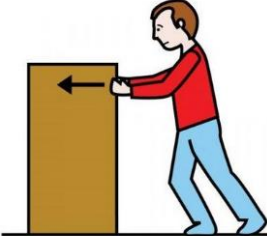


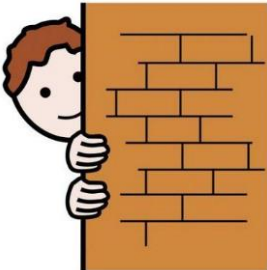
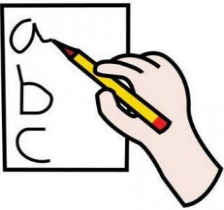
Quadro 3 Lista completa de cartões utilizados no aplicativo “Autismo – CEEA”



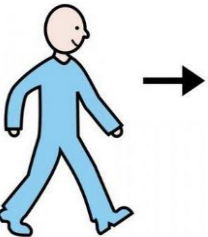



ID	Imagem	Tipo	Título	Descrição
1		Ação	Abraçar	Um abraço significa carinho, amor, afeto e amizade. Um abraço estabelece uma ligação íntima e saudável entre as pessoas. É bom tanto para quem dá, quanto para quem o recebe.
2		Ação	Abrir	Separar, afastar o que está junto.
3		Ação	Ajudar	Ação de auxiliar, socorrer, facilitar, tornar algo mais fácil.


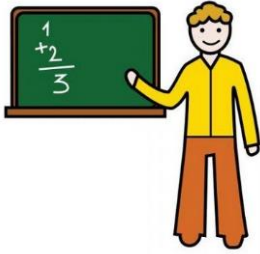
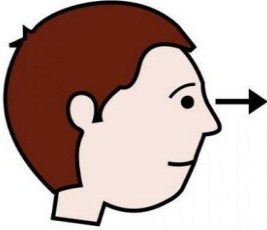
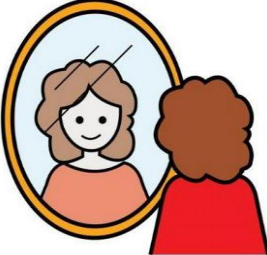
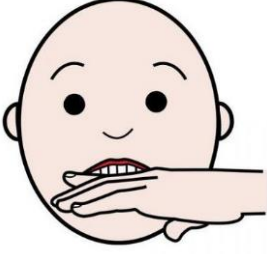
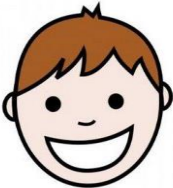
4		Ação	Amassar	Fazer com que seja esmagado.
5		Ação	Andar	Movimentar-se voluntária ou involuntariamente.
6		Ação	Apagar	Fazer desaparecer friccionando, raspando etc.
7		Ação	Apagar	Fazer cessar, extinguir, interromper.
8		Ação	Beber	Engolir um líquido qualquer: beber água, suco, refrigerante.




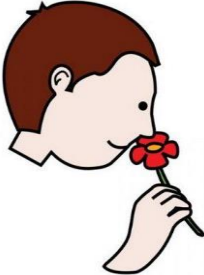


9		Ação	Beijar	Encostar, pousar os lábios.
10		Ação	Cair	Lançar de cima para baixo.
11		Ação	Cantar	Emitir, com a voz, sons musicais.
12		Ação	Chupar o pirulito	Sugar com a boca o pirulito.
13		Ação	Comer	Ingerir algum alimento, levando à boca e engolindo.
14		Ação	Pegar	Segurar algo.


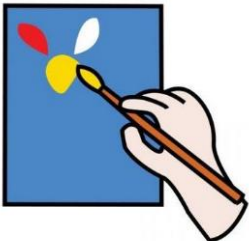
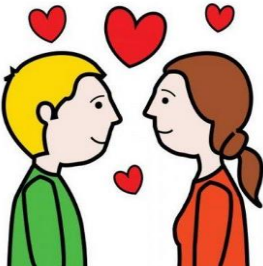
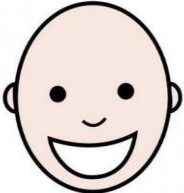


15		Emoção	Tristeza	Estado que demonstra tristeza e que não possui alegria.
16		Ação	Correr	Mover-se rapidamente ou andar com velocidade.
17		Emoção	Alegria	Sentimento de contentamento ou de satisfação extrema.
18		Ação	Dançar	Mover o corpo seguindo uma música e ritmo determinados.
19		Ação	Dar	Oferecer ou entregar alguma coisa a alguém.
20		Ação	Brigar	Lutar ou provocar confusão.

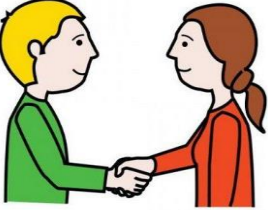
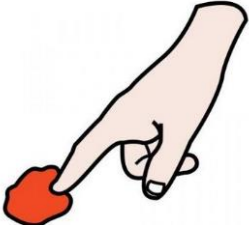




21		Ação	Dormir	Estar entregue ao sono, repousar.
22		Ação	Empurrar	Arrastar com vigor.
23		Ação	Acender	Queimar ou colocar fogo em algo.
24		Ação	Entrar	Passar para dentro, introduzir-se, recolher-se à casa.
25		Ação	Esconder	Pôr (algo, alguém ou si mesmo) em certo local onde não se consegue encontrar; ocultar-se.
26		Ação	Escrever	Representar pela escrita, com palavras, caracteres ou sinais gráficos.

27		Ação	Escutar	Prestar atenção para ouvir alguma coisa.
28		Ação	Esfregar	Passar numerosas vezes, fazendo pressão, um objeto sobre o outro.
29		Ação	Ir	Mover-se de um local para outro.
30		Ação	Brincar	Se divertir sozinho ou com outras pessoas.
31		Ação	Chamar	Pedir para alguém vim.
32		Ação	Chorar	Derramar lágrimas.



33		Ação	Chover	Cair água, em gotas, das nuvens.
34		Pessoa	Professor	Pessoa que ensina outras pessoas.
35		Ação	Ver	Enxergar ou captar a imagem de algo por meio da visão.
36		Ação	Se olhar	Fitar os olhos em si mesmo por meio do espelho.
37		Ação	Morder	Apertar entre os dentes.
38		Pessoa	Menino	Criança do sexo masculino.

39		Pessoa	Mulher	Ser humano do sexo feminino.
40		Emoção	Assustado	Expressão de medo ou susto.
41		Ação	Ouvir	Entender, perceber os sons pelo sentido da audição.
42		Ação	Cheirar	Usar o olfato para sentir cheiros.
43		Ação	Patinar	Andar de patins, ir de um local para outro usando um calçado próprio com rodas presas à sua sola.
44		Emoção	Cansaço	Fadiga, cansaço ou fraqueza causada pelo excesso de exercício, de trabalho ou por doença.

45		Ação	Pescar	Pegar peixes.
46		Ação	Pintar	Reproduzir por linhas e/ou por cores, colorir desenhos.
47		Emoção	Gostar de alguém	Ter compatibilidade com alguém.
48		Ação	Rir	Contrair os músculos do rosto por alegria, por achar algo engraçado.
49		Ação	Quebrar	Reduzir a pedaços, partir, romper, fragmentar.
50		Ação	Pular	Dar pulos e saltar.

51		Ação	Cumprimentar	Felicitar alguém e ser retribuído.
52		Ação	Tocar	Pôr as mãos em algo.
53		Ação	Trabalhar	Dedicar-se a uma atividade.
54		Ação	Varrer	Limpar com vassoura.
55		Ação	Assistir à TV	Acompanhar algo pela tv.
56		Ação	Chorar	Derramar lágrimas.

57		Emoção	Tédio	Sentimento de aborrecimento e desgosto, pode ser provocado pela demora na realização de alguma coisa.
58		Emoção	Bem-estar	Estado da pessoa tranquila, de quem está seguro ou confortável.
59		Emoção	Furioso	Alguém cheio de raiva, rancor ou indignação.
60		Estado	Nervoso	Alguém que não para quieto, é inquieto e tenso.
61		Emoção	Preocupação	Perda do sossego, causada pelo sentimento de responsabilidade em relação a alguma coisa.
62		Emoção	Surpresa	O que provoca espanto.

63		Emoção	Medo	Estado emocional provocado pela consciência que se tem diante do perigo.
64		Estado	Tranquilidade	Estar tranquilo, isento de agitações, de inquietações, de perturbações ou de alvoroço.

Fonte: produzido pela autora.

Apêndice C – Avaliações feitas por especialistas

Questionário Inicial e informações importantes aos participantes

Eu sou aluna da UFPA e estou desenvolvendo um aplicativo chamado "Autismo - CEEA". O aplicativo "Autismo - CEEA" tem como objetivo auxiliar no desenvolvimento de crianças dentro do espectro autista a capacidade de identificar ações e emoções cotidianas. Nessa etapa do projeto, gostaria de conhecer o que algumas das pessoas que irão utilizar o aplicativo pensam a respeito da proposta do aplicativo e de suas funcionalidades.

No questionário inicial eu gostaria de conhecer um pouco o seu perfil e como você se encaixa no público alvo do aplicativo. Após essa etapa, novas informações serão dadas.

Pontos importantes a serem esclarecidos:

1 - Os dados coletados durante a pesquisa destinam-se estritamente a atividades de análise e desenvolvimento do aplicativo.

2 - A divulgação desses resultados pauta-se no respeito à sua privacidade, e o anonimato dos participantes será preservado em quaisquer documentos a serem elaborados.

Fornecendo o seu endereço de e-mail, você confirma seu consentimento para participar desta pesquisa.

E-mail: _____

QUESTIONÁRIO INICIAL

1. Qual seu sexo?
Masculino () Feminino ()
2. Qual a sua idade?
Até 18 anos () Entre 18 e 24 anos () Entre 25 e 34 anos ()
Entre 35 e 44 anos () Entre 45 e 54 anos () Acima de 55 anos ()
3. Você é um profissional especializado ou um responsável (mãe, pai, avós, etc.) por uma criança autista?
Profissional especializado () Responsável ()
4. Você possui algum destes dispositivos?
Computador Desktop ou Notebook () Tablet () Celular () Nenhum ()

5. Por quanto tempo ao dia, em média, você utiliza estes dispositivos?
Menos de 1 hora () Entre 1 a 3 horas () Entre 3 a 6 horas () Mais de 6 horas ()
6. Quais destes aplicativos você utiliza com frequência?
Facebook () Whatsapp () Youtube ()
Twitter () Email ()
Outros () Quais? _____
7. Você utiliza ou já utilizou algum aplicativo ou ferramenta educacional destinada a crianças? Se sim, quais? Como foi a experiência?

8. Você utiliza ou já utilizou algum jogo para estimular o aprendizado de crianças? Se sim, quais? Como foi a experiência?

Cenário de testes

CENÁRIO DE TESTE

O aplicativo que será testado está disponível para os sistemas Android no link:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=io.ceeaa.autismoapp>

Instale-o para executar os testes seguintes.

Considerando que você é um profissional que trabalha com crianças dentro do espectro autista, imagine que você poderá utilizar o aplicativo junto com a criança. Desse modo, por favor, tente realizar as tarefas indicadas a seguir.

- **Tarefa 1:** Vá em “Cartões” no menu principal e explore a funcionalidade, por exemplo, verifique o tipo da imagem do número 20.
- **Tarefa 2:** Volte a tela principal e entre no jogo. Jogue três partidas, não se importe de acertar todas as respostas, faça como sua experiência supõe que as crianças iriam fazer.
- **Tarefa 3:** Volte novamente a tela principal e consulte o histórico de pontuações no botão “Pontuações” e os dados exibidos como "aproveitamento".
- **Tarefa 4:** Fique à vontade para explorar o aplicativo como desejar.

Questionário final

QUESTIONÁRIO FINAL

1. Como foi sua experiência utilizando o aplicativo? Fique à vontade para comentar sua experiência.
Péssima () Ruim () Regular () Bom () Excelente ()
2. A possibilidade de consultar o histórico de partidas anteriores é útil porque dessa forma será possível acompanhar o desenvolvimento das crianças com maior exatidão.
Concordo Fortemente () Concordo () Indeciso () Discordo () Discordo fortemente ()
3. A realização das tarefas ocorreu de forma simples e não tive dificuldade de executá-las.
Concordo Fortemente () Concordo () Indeciso () Discordo () Discordo fortemente ()
4. A funcionalidade de visualizar todos os cartões e consultar o tipo da situação mostrada na imagem é uma função útil, já que posso visualizar qualquer cartão que eu achar necessário sem iniciar uma nova partida.
Concordo Fortemente () Concordo () Indeciso () Discordo () Discordo fortemente ()
5. O aplicativo é uma ferramenta útil no auxílio para pais de crianças autistas e profissionais especializados no desenvolvimento das mesmas.
Concordo Fortemente () Concordo () Indeciso () Discordo () Discordo fortemente ()
6. Dentre as tarefas realizadas, classifique as tarefas em grau de dificuldade de 1 a 5, onde 1 é a tarefa mais fácil e 5 é a tarefa mais difícil? Fique à vontade para comentar sua classificação.
Tarefa 1 () Tarefa 2 () Tarefa 3 () Tarefa 4 () Tarefa 5 ()
7. Aponte (pelo menos) dois pontos negativos no aplicativo.

8. Aponte (pelo menos) dois pontos positivos no aplicativo.

9. Você consegue sugerir algum tipo de funcionalidade extra para o aplicativo?

10. Você tem algum comentário adicional? Fique à vontade para comentar sobre o que quiser.

Anexo A – Versões do Android utilizadas atualmente

A Figura 26 mostra a participação de versões do sistema Android utilizados na loja de aplicativos do Google, empresa responsável pelo sistema. Os dados a seguir foram coletados durante 7 dias, encerrando no dia 26 de outubro de 2018.

Figura 26 Participação de versões do sistema Android no mercado em outubro de 2018.

Version	Codename	API	Distribution
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	0.2%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	0.3%
4.1.x	Jelly Bean	16	1.1%
4.2.x		17	1.5%
4.3		18	0.4%
4.4	KitKat	19	7.6%
5.0	Lollipop	21	3.5%
5.1		22	14.4%
6.0	Marshmallow	23	21.3%
7.0	Nougat	24	18.1%
7.1		25	10.1%
8.0	Oreo	26	14.0%
8.1		27	7.5%

Fonte: (DEVELOPERS, 2018).