

PROTÓTIPO DE APLICATIVO MÓVEL HÍBRIDO COM RECONHECIMENTO FACIAL VOLTADO A AUXILIAR ÀS CRIANÇAS COM AUTISMO

Gabriel Hahn Schaeffer ¹, Anderson Luis Furlan ².

gabriel_hahn@hotmail.com¹, anderson.furlan@satc.edu.br²

¹Faculdade SATC, Engenharia da Computação - Rua Pascoal Meller, 73 - CEP 88.805-380 - CP 362 - Criciúma - SC - Brasil.

Resumo

O autismo ainda desperta muitas dúvidas nas pessoas e poucas realmente conhecem os sintomas da síndrome, no qual é definida como uma condição geral de desordens complexas no desenvolvimento do cérebro. O autismo não possui cura, mas existem algumas maneiras de melhorar a qualidade de vida do autista e auxiliar no seu desenvolvimento como pessoa na sociedade. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um protótipo que auxilie a criança autista em seu aprendizado, desenvolvimento motor e percepções, assim como, a utilização de reconhecimento de expressões faciais para ajudar o autista a reconhecer emoções em outras pessoas, melhorando a comunicação e a socialização. Realizou-se pesquisas para conhecer o autismo, as metodologias de ensino e desenvolvimento pessoal aplicadas nas crianças autistas, no qual auxiliam nas suas atividades e uma melhor maneira de estimular estas pessoas, além de verificar as necessidades em aplicativos direcionados ao autismo. O protótipo foi divulgado em redes sociais e por meio de profissionais em contato direto com autistas, assim como realizada visitas e aplicação na Associação de Amigos do Autista (AMA) e coleta de feedbacks. O projeto desenvolvido atingiu seus objetivos propostos através da análise dos feedbacks a respeito do protótipo em utilização com pessoas com autismo.

Palavras-chave: Autismo, Reconhecimento Facial, Tecnologia Assistiva.

1. Introdução

O autismo pode variar de intensidade de pessoa para pessoa, mas de maneira geral se caracteriza pela dificuldade na comunicação e socialização, atividades e desejos repetitivos, ansiedade, aparência física normal, problemas motores e déficit de atenção (SOUSA; SANTOS, 2014).

De acordo com a *World Health Organization* (WHO), que em sua tradução seria Organização Mundial da Saúde, uma em cada 160 crianças no mundo tem alguma desordem do espectro do autismo, variando em suas características e intensidades.

Com suas limitações, o autista precisa de estímulos diferentes do habitual para desenvolver suas características pessoais e sociais. Há varias formas de produzir estes estímulos, uma delas é por meio da tecnologia. Nesse contexto, aplicativos em aparelhos móveis podem contribuir, como por exemplo, diminuindo a ansiedade do autista em relação a sua rotina e ambiente, aumentando a capacidade em se concentrar em suas atividades, entre outros.

Alguns aplicativos para tablets e smartphones são utilizados por crianças com autismo para auxiliar em suas dificuldades expostas pela síndrome. Um destes aplicativos é o ABC Autismo que utiliza a metodologia TEACCH para auxílio ao autista, sendo amplamente utilizado em território nacional. Outros aplicativos como o *Autism iHelp* e *Autism Emotion* são utilizados para estimular o reconhecimento de expressões faciais e relacionar com emoções, entretanto, alguns possuem conteúdos pagos, não sendo acessível a todas as pessoas, além de serem em inglês e não terem uma interação diferenciada entre o aplicativo e o usuário. Desta forma, surge a indagação: Como obter um aplicativo baseado em metodologias eficientes direcionadas ao autismo, no qual incentive o autista a realizar as atividades propostas e que seja acessível a todos?

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um aplicativo móvel para auxílio aos autistas, como forma de incentivo ao raciocínio e aprendizado. O protótipo contém dois módulos, um que estimula a percepção do autista em relação às expressões faciais e sentimentos nas outras pessoas, no qual é referente a um problema característico do autista. O autista terá a opção de tirar uma foto imitando a expressão facial do personagem virtual demonstrando no módulo, em que o protótipo estará validando se a pessoa acertou ou não a emoção demonstrada. O outro módulo contém

atividades focadas no aprendizado e desenvolvimento motor da criança, baseado em metodologias existentes especialmente focadas no autista e em sua melhora na qualidade de vida e desenvolvimento.

Objetivos específicos foram levantados para alcançar o objetivo geral do trabalho, de realizar um levantamento bibliográfico acerca do autismo, com a finalidade de compreender as limitações do autista. Elaborar e discutir uma ideia de protótipo de aplicativo móvel junto a profissionais que trabalham com autistas. Modelar e implementar um protótipo, assim como validar o mesmo junto aos autistas.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 AUTISMO

De acordo com Huguenin e Zonzin (2016), o Transtorno do Espectro Autista (TEA), ou somente autismo, é uma síndrome do neurodesenvolvimento que compromete a comunicação social, levando a comportamentos repetitivos. A causa do autismo ainda não é conhecida e o grau da síndrome pode variar em cada indivíduo.

Crianças autistas, assim como qualquer outra, têm direito de se comunicar, socializar, brincar e aprender. Com isso, os direitos dessas crianças e seu convívio na sociedade devem ser baseados em um relacionamento de respeito às diferenças e não em preconceito (HUGUENIN, ZONZIN, 2016).

Autismo é um distúrbio do desenvolvimento que se caracteriza por alterações presentes desde idade muito precoce, tipicamente antes dos três anos de idade, com impacto múltiplo e variável em áreas nobres do desenvolvimento humano como as áreas de comunicação, interação social, aprendizado e capacidade de adaptação (MELLO, 2005, p. 10).

Não existe cura, até o momento relatado, para o autismo. A literatura o define como permanente e insistente, onde os sintomas podem ser amenizados, porém dificilmente revertidos. Não se sabe cientificamente os motivos que levam uma criança a nascer com a síndrome, além de seus sintomas dificultarem o cotidiano nessas condições e impedirem processos sociais e educacionais (GUEDES, 2015).

De acordo com a lei nº 12.764 e 2012 artigo três, são direitos da pessoa com transtorno do espectro autista a vida digna, a integridade física e moral, o livre desenvolvimento da personalidade, a segurança e o lazer (BRASIL, 2012).

O autista têm padrões próprios em relação ao contato visual e expressões faciais. O autista de maneira geral evita olhar nos olhos de outra pessoa diretamente, além de não identificar as sutilezas nas expressões faciais de outras pessoas, não reconhecendo pequenas demonstrações de emoções (BRITO, VASCONCELOS, 2016).

Outro ponto de destaque são as cores e a interação do autista com elas. Para o autista, as cores e as informações que elas transmitem são muito impactantes, positivamente ou negativamente, necessitando de um cuidado na sua escolha para o ambiente ou objetos em que a criança interage (BASTOS, 2015).

Segundo Camargo e Bosa (2009), também existe o autismo com um alto funcionamento cognitivo, em que o autista mantém a comunicação com diferentes padrões de linguagem, além de demonstrarem facilidade com atividades lógicas.

Com suas dificuldades e características, a criança autista tem problemas em levar uma vida normal em comunidade, visto que suas características afetam as principais formas de socialização e aprendizagem, como mencionado anteriormente. Logo, o autista precisa de métodos e tecnologias diferentes das convencionais para auxiliá-los em seu convívio na sociedade, educação e desenvolvimento pessoal.

O número de matrículas de pessoas especiais na rede de ensino praticamente dobrou de 1999 até 2009, cerca de 374.699 e 637.242 matrículas, respectivamente. Nota-se uma real necessidade em buscar novas maneiras de acolher essas pessoas que necessitam de um cuidado diferenciado, em que o aprendizado é um obstáculo e as limitações propostas devem ser levadas em consideração para que o ensino não seja prejudicado por causa das limitações de cada pessoa (PRAÇA; KOPKE, 2011).

Existem algumas metodologias que buscam estimular as áreas mais prejudicadas pela síndrome e amenizar os problemas decorridos pelo autismo. Temos como exemplo a metodologia *Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children* (TEACCH), que em português quer dizer Tratamento e Educação para Crianças Autistas e com Distúrbios Correlatos da Comunicação. A Figura 1 exemplifica o método que se baseia na utilização de estímulos corporais (gestos), visuais (figuras, cartões) e sons atribuídos com imagens para auxiliar no desenvolvimento e diminuição da ansiedade da criança e por meio disso potencializar a aprendizagem (ANTONIO; DAMBROS, 2013).



Fig. 1 – Rotina referente ao TEACCH (FERNANDES, 2010).

Um exemplo de aplicativo utilizado com autistas e baseado na metodologia TEACCH é o ABC Autismo, conforme demonstrado na Figura 2. Este aplicativo visa explorar alguns níveis propostos pela metodologia TEACCH, no qual estimula a pessoa a avançar de níveis, aprender regras matemáticas básicas, o alfabeto e explorar suas capacidades cognitivas (FARIAS; SILVA; CUNHA, 2014).



Fig. 2 – Quebra-cabeça ABC Autismo (FARIAS, CUNHA 2014).

Outra metodologia é a *Picture Exchange Communication System (PECS)*, que significa Sistema de Comunicação na Troca de Imagens, focada em utilizar imagens para representar a necessidade/interesses da pessoa, em que o autista seleciona e demonstra as imagens para outra pessoa para se comunicar por meio de uma maneira

não verbal e obter os itens que deseja ou realizar algumas atividades, conforme Figura 3 (MEDEIROS, 2017).



Fig. 3 – Imagens referente à PECS (JESUS, 2013).

A metodologia *Applied Behavior Analysis* (ABA), que significa Análise do Comportamento Aplicada, também é amplamente utilizada, no qual busca a compreensão do comportamento da pessoa, trabalhando seus problemas comportamentais para serem amenizados, buscando também ser algo prazeroso para o indivíduo. Este método é um pouco mais abrangente e precisa ser analisado caso a caso com programas de ensino e mais empenho de todos os envolvidos (RIBEIRO, 2017).

Mesmo com todas as limitações propostas pelo autismo e pelas mais variadas intensidades em que a síndrome se demonstra, a criança autista é completamente capaz de aprender e se desenvolver, e quanto antes for realizado o diagnóstico melhor será a resposta aos estímulos de tratamentos, com a melhora nos pontos críticos do autismo e a tecnologia assistiva podendo auxiliar neste sentido.

2.2 DISPOSITIVOS MÓVEIS NA EDUCAÇÃO

De acordo com a empresa TELECO (2015), entre os anos de 2004 e 2013 dobraram as vendas de aparelhos celulares no Brasil. A tendência é que as vendas de celulares e dispositivos móveis em geral continuem aumentando a cada ano.

Os dispositivos móveis antigamente eram fabricados para propósitos específicos (por exemplo, um celular realizava somente ligações). Agora, os

dispositivos móveis são mais genéricos, contendo as mais variadas funções (OLIVEIRA; MEDINA, 2017).

Com a facilidade de acesso a celulares ou tablets, ter um dispositivo móvel é algo comum hoje em dia, tornando-se uma necessidade para se manter atualizado de todas as notícias e de poder desfrutar de novas tecnologias. Com isso, existe a necessidade de aproveitar esta tecnologia para trazer benefícios às pessoas, utilizando também na educação e nas necessidades pessoais (BOTTENTUIT JUNIOR, 2012).

Já existem várias experiências de inclusão de aparelhos móveis em vários níveis do ensino e estimulação da pessoa, permitindo várias possibilidades de aprendizado e utilização desses dispositivos (BOTTENTUIT JUNIOR, 2012).

Nesse contexto, o uso de dispositivos móveis torna-se atraente para a criança, transformando o aprendizado em um elemento de motivação e atratividade para novas atividades. Essas atividades auxiliam na resolução de problemas em dispositivos que a pessoa já está habituada, trazendo uma nova visão sobre este dispositivo móvel. Com isso, o dispositivo móvel se torna uma nova ferramenta para auxílio em geral, tanto na educação como em desenvolvimento pessoal.

Este contexto não se encaixa somente na educação, mas também em utilizar esta tecnologia para funções gerais de cada indivíduo. De modo que auxilie não somente no aprendizado e desenvolvimento do raciocínio, mas também na sua socialização com as pessoas de seu convívio. Torna-se então uma alternativa de comunicação por meio das inúmeras possibilidades que a tecnologia proporciona (MOUSQUER, OBERDAN, 2012).

A utilização de dispositivos móveis é uma nova maneira de incentivar o uso da tecnologia na educação e desenvolvimento do indivíduo, no qual as atividades que antes eram realizadas em meios físicos (por exemplo, cartões de papel) agora são feitas por meio do tablet ou qualquer outro dispositivo. A interação da criança com o método não parece ser prejudicada com essa mudança, contando ainda com a vantagem de os dispositivos permitirem a utilização de softwares especializados e uma flexibilidade maior. Além de todos esses benefícios, a utilização dessa tecnologia pode trazer mais conforto ao autista, para desenvolver habilidades sociais, como um quebra-cabeça colaborativo o qual incentivaria a comunicação e colaboração (MUÑOZ et al., 2012).

De acordo com Zanardes (2015), de maneira geral, as crianças demonstram intimidade com novas tecnologias e entendem como utilizá-las na medida do nível da

sua síndrome. Desta maneira, notou-se a oportunidade de implementação dessas tecnologias no auxílio do desenvolvimento do autista, levando em consideração as metodologias já utilizadas para produzir estes aplicativos que seriam utilizados pelas pessoas com TEA. Com isso, é possível aproveitar o contato da criança com autismo para promover seu desenvolvimento por meio da tecnologia, levando a criança a fazer associações de suas atividades em aplicativos com seu dia a dia, além de permitir criar, aprender, pensar e interagir com o que este novo método dispõe.

O computador significa para o deficiente físico um caderno eletrônico; para o deficiente auditivo, a ponte entre o concreto e o abstrato; para o deficiente visual, o integrador de conhecimento; para o autista, o mediador da interação com a realidade; e, para o deficiente mental, um objeto desafiador de suas capacidades intelectuais. (VALENTE, 1991, p. 48).

O uso de tablets na vida do autista já gerou e gera bons resultados, com alguns casos onde pais de crianças autistas estavam utilizando esta tecnologia com programas específicos para auxiliar seus filhos. Nesses aplicativos, eram inspirados em algumas metodologias focadas no autismo, como por exemplo, a ABA, auxiliando a aprendizagem das crianças com TEA de uma maneira mais intuitiva e que chamasse sua atenção para o que o aplicativo propõe. Neste caso, temos também a interação de professores e familiares, em que sua colaboração na implantação de novas tecnologias para auxílio ao autista é muito importante (ZANARDES, 2015).

2.3 TECNOLOGIA ASSISTIVA

A Tecnologia Assistiva (TA) é uma área do conhecimento que engloba recursos, metodologias, estratégias, serviços e práticas relacionadas a promover a participação, autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social de pessoas com deficiência em geral. Trata-se de um conceito amplo, o qual proporciona às pessoas com deficiência alcançarem sua autonomia e independência em todos os aspectos da vida (DAMASCENO, 2002).

Como demonstrado no exemplo da Figura 4, esta tecnologia engloba tanto os equipamentos, hardwares e acessórios para facilitar a pessoa em suas atividades, como também softwares e aplicativos que tenham a mesma função de auxiliar nas atividades das pessoas com deficiência.



Fig. 4 – Auxiliar para digitação (Damasceno, 2002).

Alguns exemplos dessa tecnologia são os simuladores de teclado ou mouse, que auxiliam o deficiente na utilização do computador. Existe também o microfone que utiliza o sopro do indivíduo para realizar as atividades no computador, utilizado principalmente por pessoas tetraplégicas (DAMASCENO, 2002).

2.3.1 Tecnologia assistiva no autismo

Silva (2014) destaca que a tecnologia assistiva é uma nova prática de intervenção em crianças com TEA, principalmente em ambientes escolares, nos quais proporciona um local de socialização com outras crianças e seguro, em que o autista pode buscar se desenvolver por meio da aplicação deste método. Com isso, jogos e interações eletrônicas baseados em elementos de comunicação alternativa podem incentivar o trabalho em conjunto, ampliando o diálogo, auxiliando na aprendizagem e na alfabetização das crianças autistas.

Um exemplo de aplicativo que utiliza a tecnologia assistiva para auxiliar atividades do autista é o LIVOX (Figura 5), no qual visa ajudar a pessoa a se comunicar por meio de imagens e sintetização de voz (MELLO; SGANZERLA, 2013).

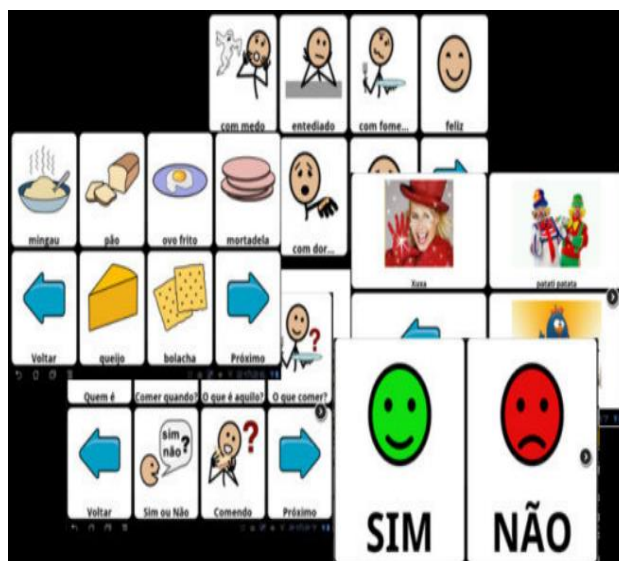


Fig. 5 – Tela do aplicativo Livox (MELLO, 2013).

No contexto do autista, existem alguns aplicativos móveis que podem auxiliar na socialização, comunicação e aprendizado, são eles: *ABC Autismo*, *Autism iHelp*, *Autism Emotion* e *AutismXpress*.

2.3.1.1 ABC Autismo

O ABC Autismo se baseia na metodologia TEACCH e possui quatro diferentes abordagens desta metodologia para auxiliar o desenvolvimento de crianças com autismo. O aplicativo é um projeto brasileiro desenvolvido por pesquisadores do Instituto Federal de Alagoas (IFAL). É amplamente utilizado em instituições de crianças autistas e por familiares de crianças com a síndrome em busca de melhorar sua coordenação motora e educação conforme Figura 6. O aplicativo está disponível somente na Google Play e é gratuito (FARIAS, CUNHA 2014).



Fig. 6 – ABC Autismo. Fonte: Mobile (2017).

2.3.1.2 Autism iHelp

O *Autism iHelp* é um conjunto de aplicativos focados no autismo. Em relação ao projeto proposto, existe o *Autism iHelp – Clasificar*, que busca classificar emoções de pessoas conforme Figura 7 e *Autism iHelp – Same and different*, que auxilia na classificação de objetos. O aplicativo está disponível na Google Play e *App Store* e é gratuito em algumas versões, sendo em espanhol e inglês (TALAVERA, 2014).



Fig. 7 – *Autism iHelp – Clasificar*. Fonte: Talavera (2014).

2.3.1.3 Autism Emotion

O *Autism Emotion* utiliza pequenas histórias para demonstrar emoções por meio de ações rotineiras. Demonstra atividades e relaciona com emoções conforme a Figura 8. O aplicativo está em inglês, disponível somente na *App Store* e é gratuito (LLC, 2012).

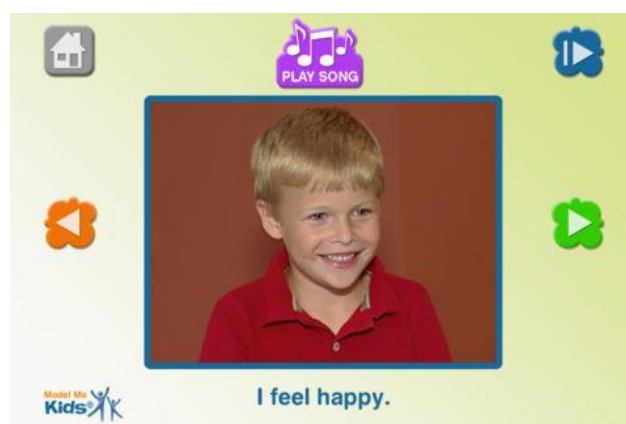


Fig. 8 – *Autism Emotion*. Fonte: LLC (2012).

2.3.1.4 AutismXpress

O *AutismXpress* demonstra as emoções por meio de animações, no qual é demonstrado, com sons e imagens, a emoção selecionada conforme a Figura 9. O aplicativo está em inglês, sendo disponível somente na Google Play, contendo a versão gratuita, assim como a versão paga com alguns adicionais (STUDIOEMOTION, 2011).



Fig. 9 – *AutismXpress*. Fonte: Studioemotion (2011).

2.3 PLATAFORMAS PARA APLICATIVOS MÓVEIS

Os dispositivos móveis oferecem mobilidade e conectividade, tornando-se itens importantes tanto para uso pessoal quanto profissional. Segundo Piedade (2011), smartphones e tablets possuem um sistema operacional, e entre eles existem no mercado alguns mais populares para estarem presentes nestes dispositivos e suportarem os aplicativos e utilidades dos aparelhos correspondentes, como o Android™ (Google) e iOS (Apple) (PIEADADE, 2011).

De acordo com Tanenbaum e Woodhull (2008), o sistema operacional é o programa do sistema cuja tarefa é controlar todos os recursos do computador e fornecer uma base em que os programas e aplicativos possam ser escritos.

2.3.1 Android

O Android é um sistema operacional baseado no *kernel* do Linux (Sistema operacional de código aberto). Foi inicialmente desenvolvido somente para

smartphones, mas hoje é utilizado em plataformas como os tablets, netbooks e relógios (GOMES; FERNANDES; FERREIRA, 2012).

Segundo Silva (2014), a plataforma Android foi criada pela Google que faz parte do Open Handset Alliance, a qual possui como características ser de código aberto (*open source*). Outro ponto é que, como é baseada no Linux, apresenta auxílio na gerência de rede e *drivers* para uma grande quantidade de dispositivos. Foi construída com a intenção de permitir aos desenvolvedores criar aplicações móveis, no qual possam tirar total proveito dos dispositivos, podendo aproveitar de como câmera, enviar mensagens de texto e efetuar chamadas. Trata-se de um sistema operacional em constante evolução, podendo ser adaptado e incorporar novas tecnologias.

O Android foi desenvolvido com a ideia de que a CPU não precisa consumir energia caso os aplicativos ou serviços não necessitem. Esse controle é realizado por meio de “*Wake locks*”, no qual os aplicativos e serviços solicitem recursos dele. Assim, caso nenhum “*Wake locks*” esteja ativo, a CPU é desligada para poupar energia (SIMÕES; PEREIRA, 2014).

De acordo com Meier (2009) e ilustrado na Figura 10, cada camada pode ser descrita como:

- a) *Linux Kernel*: Camada geral, que inclui *drivers hardware*.
- b) *Bibliotecas*: Executa sobre o *Kernel*, no qual o Android inclui várias bibliotecas em linguagem C/C++.
- c) *Execução*: É o que torna o Android em si, não somente uma aplicação sobre o *Kernel* do Linux, em que o tempo de execução do Android é o que alimenta os aplicativos juntamente com suas bibliotecas, sendo a base da estrutura do aplicativo. Funciona sobre a máquina virtual *Dalvik*, baseada em registradores, otimizada para executar múltiplas tarefas. A biblioteca *core* é desenvolvida utilizando a linguagem Java.
- d) *Framework*: Gerencia a interface do usuário e recursos do aplicativo. Fornece classes para a criação de aplicações.
- e) *Aplicação*: Aplicativos são criados sobre esta camada, utilizando o que é disponibilizado por meio do *Framework*.

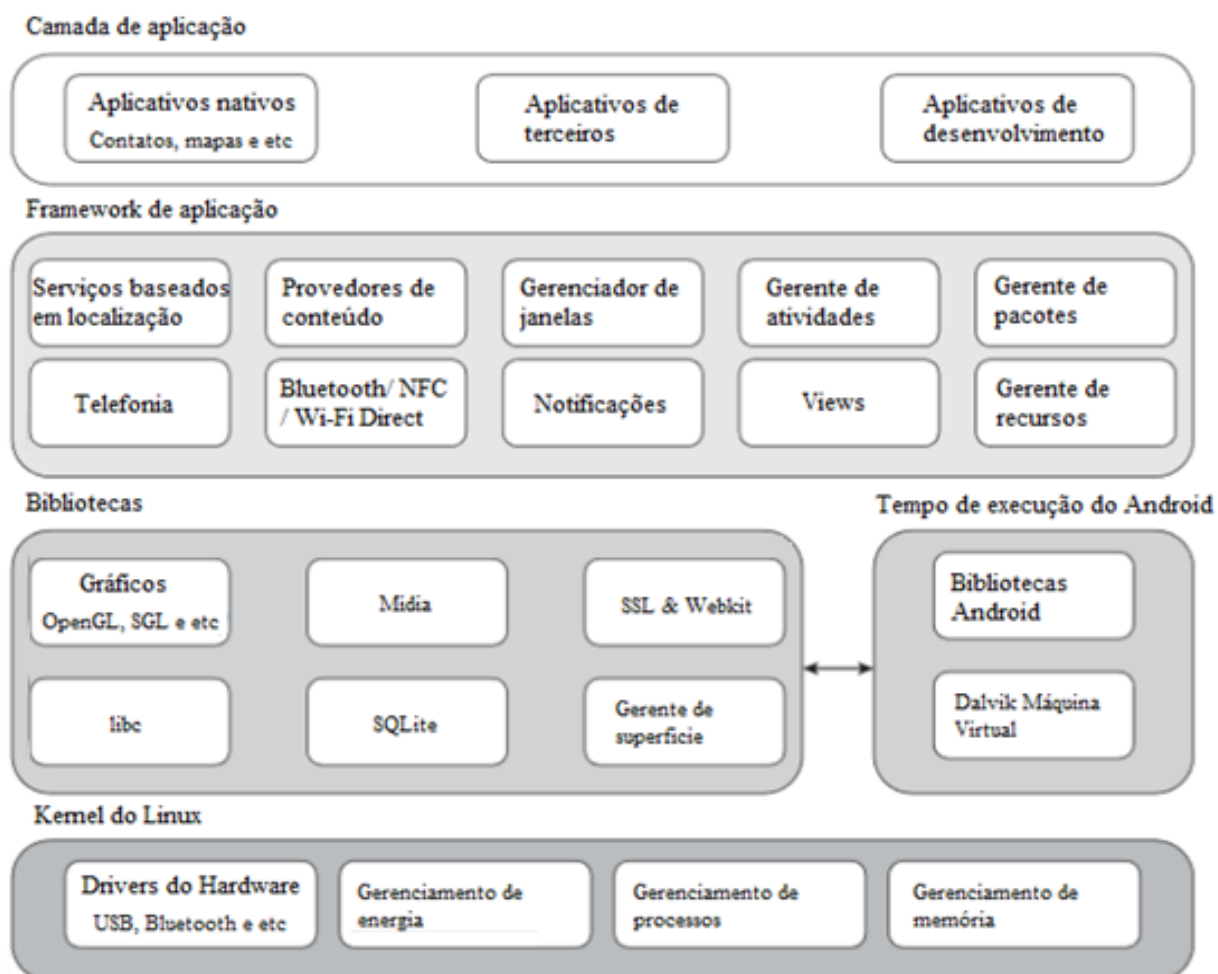


Fig. 10 – Camadas do Android (Adaptado de Meier, 2009).

2.3.2 iOS

iOS é um sistema operacional proprietário desenvolvido pela Apple, no qual produz também o *hardware* dos dispositivos por ela produzidos. Desta maneira, todos estes itens são feitos para funcionar em conjunto, fazendo com que as aplicações aproveitem diretamente os recursos do dispositivo (SIMÕES; PEREIRA, 2014).

A arquitetura iOS funciona como um intermediário entre o *hardware* e as aplicações. O *framework* do iOS funciona como um conjunto de camadas, no qual as mais baixas são as que todas as aplicações precisam para funcionar. As camadas mais altas são de interação ou serviços frequentemente utilizados (SILVA, 2012).

Segundo a Apple (2014), as camadas da estrutura iOS, como ilustrado na Figura 11, podem ser definidas como:

- a) *Cocoa Touch*: Camada na qual se encontram os *frameworks* para desenvolvimento dos aplicativos, além da infraestrutura para utilização de recursos do dispositivo.
- b) *Media*: Camada de tecnologias de mídia (gráficos, áudio e vídeo). Facilita a criação dos aplicativos utilizando estes recursos.
- c) *Core Services*: Camada que disponibiliza os serviços do sistema.
- d) *Core OS*: Camada que engloba os recursos de baixo nível do sistema operacional. O desenvolvedor não acessa estes recursos diretamente, porém podem ser utilizados por outros *frameworks*.

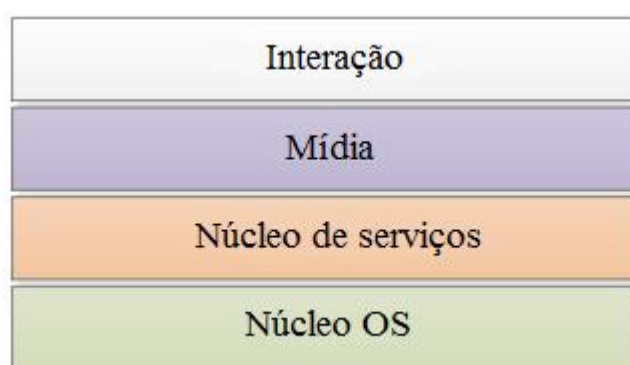


Fig. 11 – Estrutura iOS (Adaptado de Mousquer, Oberdan, 2012).

O iOS é exclusivo dos aparelhos produzidos pela Apple, não podendo ser utilizado em aparelhos de terceiros, ao contrário do sistema operacional Android, que funciona em vários dispositivos de marcas diferentes (SARTORELI; UNO, 2017).

2.3.3 Desenvolvimento de aplicativos móveis

Aplicações móveis consistem em programas que são executados nos dispositivos móveis e conseqüentemente em suas plataformas correspondentes. Estas aplicações estão separadas nas mais diversas categorias e funcionalidades, desde aplicações de utilidades gerais como realizar ligações ou um aplicativo de e-mail até jogos e funcionalidades específicas. Por ser uma tecnologia em constante evolução, tende a aumentar cada vez mais, além de conter várias vantagens como aumentar a produtividade e agilidade devido à mobilidade destes dispositivos e de menor utilização de computadores (ISLAM; ISLAM; MAZUMDER, 2010).

Segundo Murphy (2008), no caso da plataforma Android, o desenvolvimento dos seus aplicativos é realizado por meio da linguagem Java. Existem diversas ferramentas para desenvolvimento para esta plataforma.

Em relação à plataforma iOS, o desenvolvimento é realizado por meio do Xcode, que é suportado somente na plataforma Mac. Nesse caso, é necessário um computador da marca Apple para realizar o desenvolvimento para esta plataforma (MCWHERTER; GOWELL, 2012).

O desenvolvimento com linguagens específicas para cada plataforma é chamado de “nativo”, em que é necessário aprender a linguagem correspondente de cada plataforma caso o desenvolvedor queira distribuir seu aplicativo em mais de um sistema operacional e conseqüentemente atingir uma maior quantidade de dispositivos. Neste ponto, empresas necessitam de equipes diferentes com profissionais com conhecimentos diferentes para produzir estes aplicativos, pois a linguagem que cada plataforma exige é diferente, e em muitos casos aplicativos são distribuídos em mais de uma plataforma para atender todos os usuários.

Uma alternativa para este problema é a programação híbrida, por meio de *Webview* em que se pode desenvolver aplicativos web, em que é possível serem instalados no celular e desenvolvidos com a linguagem JavaScript. No caso, o aplicativo é desenvolvido utilizando a linguagem de programação para Web (HTML, CSS e JavaScript). O *Webview* funciona como um navegador no dispositivo, no qual simula a ação de um aplicativo, com a comunicação entre a parte web e a parte nativa sendo realizada pelo JavaScript. Com este método, podemos ter o mesmo projeto e uma mesma equipe desenvolvendo o mesmo aplicativo para plataformas diferentes (CHARLAND; LEROUX, 2011).

Uma tecnologia utilizada para o desenvolvimento híbrido é o Ionic Framework. Com ele é possível gerar versões de um aplicativo para iOS e Android por meio de um mesmo código, utilizando os componentes do Ionic que são adaptáveis conforme o sistema operacional do dispositivo, mas com a mesma lógica por trás do aplicativo. Ionic é uma tecnologia fundada no ano de 2012, construída como uma melhor maneira para desenvolvedores *Web* também desenvolverem seus aplicativos sem necessariamente aprender outra linguagem de programação (CO, 2017).

Em relação ao acesso a recursos nativos do dispositivo e geração de versões, o Ionic conta com o auxílio do Apache Cordova. O Cordova permite ao desenvolvedor

o acesso a recursos do dispositivo como a câmera do aparelho, por exemplo. Além de ser de código aberto (open-source), o Cordova facilita o desenvolvimento de aplicações móveis com seus métodos e arquitetura (FOUNDATION, 2017).

Para o desenvolvimento das aplicações híbridas, é necessário o conhecimento em algumas tecnologias *Web*, como o HTML, CSS e JavaScript.

Ferreira (2013) descreve o HTML como a sigla *Hypertext Markup Language*, em sua tradução seria Linguagem de Marcação de Hipertexto. Sendo utilizada para criar páginas Web e definir os locais dos conteúdos da página. O HTML define a estruturação da página, porém nada relacionado ao estilo da mesma depende do HTML, pois este papel é a função do CSS.

O CSS é a sigla de *Cascading Style Sheets* que em tradução é Folhas de Estilos em Cascata. É a linguagem que determina o estilo da página e altera o HTML, tendo como facilidade sua fácil alteração, reconhecimento dos browsers e ajuste dos itens da página conforme o tamanho da tela (Ferreira, 2013).

Para lógica do aplicativo, é utilizado o framework AngularJS baseado em JavaScript. O AngularJS possui métodos que facilitam a criação de aplicações Web e conseqüentemente para dispositivos móveis em conjunto com o Ionic. Green e Seshadi (2013) indicam que o AngularJS segue boas práticas de desenvolvimento de *software* com a utilização do *Model View Controller* (MVC), em que a ideia do MVC é separar os dados da lógica e da apresentação do projeto, definindo uma estrutura de projeto, facilitando a manutenção e organização dos arquivos.

Outra tecnologia muito utilizada é o Bitbucket, porém esse sem ligação direta com a codificação do projeto, mas sendo utilizado como repositório do mesmo, garantindo a segurança do código e versionamento do projeto. Este repositório garante acesso ao projeto somente a quem tiver permissão, em que o usuário poderá clonar o projeto independente do local ou dispositivo em que está utilizando. A ferramenta é gratuita e garante um controle maior das versões de projetos, sendo muito utilizada no desenvolvimento Web (ATLASSIAN, 2017).

2.4 RECONHECIMENTO DE IMAGEM

A visão é o mais avançado dos sentidos humanos, demonstrando a importância da imagem na vida das pessoas. Uma imagem pode ser definida por um

conjunto finito de elementos, localizados em coordenadas x e y, chamadas de *pixels* (GONZALEZ; WOODS, 2008).

O reconhecimento de imagens se baseia em extrair informações por meio da utilização de recursos avançados para isso. Comparar ou obter informações de *pixels* isolados não seria algo que irá trazer um bom resultado, então neste caso o reconhecimento e extração de informações funcionam na divisão de partes menores das imagens, obtendo então a textura, cores e características (TOMASEL, 2017).

O tratamento e obtenção de informações da imagem é chamado de Processamento Digital de Imagens (PDI), o qual é uma tarefa bastante complexa. Vários processos são realizados antes mesmo de se obter informações da imagem, como filtragem de ruídos da imagem, separação dos objetos (por exemplo, uma imagem de primeiro plano para o plano de fundo), forma geométrica dos objetos, etc. (QUEIROZ; GOMES, 2017).

Para realizar este tratamento da imagem e obter informações úteis por meio dela existem APIs específicas para esta função.

A API *Visual Recognition* da empresa IBM reconhece padrões de imagem e informações gerais. Como maioria das APIs deste ramo, a *Visual Recognition* utiliza algoritmos de *Deep Learning* para análise de imagens, reconhecendo objetos, face e outros elementos (IBM, 2017).

Outra API de reconhecimento de informações em imagens é o *Google Cloud Vision API* da empresa Google. A API reconhece algumas informações presentes na imagem conforme a Figura 12, classificando-a em várias categorias. Por exemplo, na imagem de uma pessoa, a API consegue reconhecer a emoção, informando a porcentagem da pessoa da foto estar triste (*sorrow*), alegre (*joy*), surpresa (*surprise*), etc. (GOOGLE, 2017).

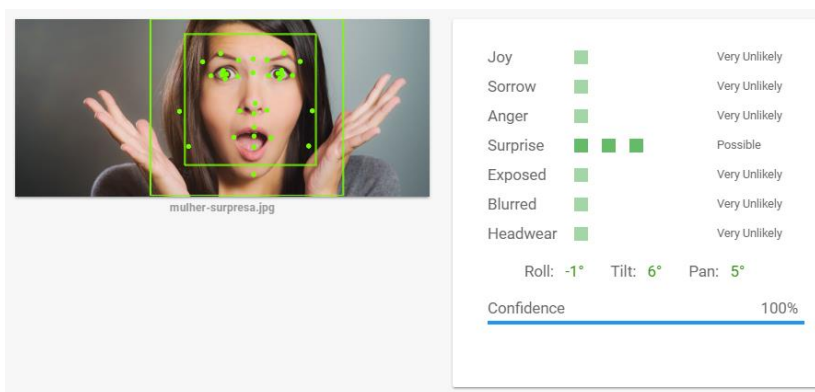


Fig. 12 – Exemplo do funcionamento da API *Google Cloud Vision* (Google, 2017).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o autismo, com o objetivo de compreender a realidade e as limitações dos autistas, assim como pesquisar pelos aplicativos existentes e as tecnologias para o desenvolvimento de um protótipo de um aplicativo móvel. Foram feitas visitas na instituição AMA que irá aplicar o protótipo desenvolvido e obtenção de feedbacks de aplicativos que já são utilizados. Com o auxílio destes dados e todo levantamento bibliográfico obtido, foi modelado e desenvolvido o protótipo de aplicativo móvel híbrido.

O protótipo foi aplicado na AMA, além de ser disponibilizado na loja de aplicativos virtuais Google Play, podendo então ser utilizado por pessoas em qualquer local do país ou do mundo. Os feedbacks foram obtidos por meio de comentários de pessoas que aplicaram o protótipo em seus alunos, como psicólogas e professores, assim como os resultados do uso do protótipo e as alterações que acharem necessárias para uma melhora do projeto.

A pesquisa é considerada exploratória e qualitativa, já que segundo Gil (2002), este tipo de pesquisa se baseia em proporcionar maior familiaridade com o problema por meio de pesquisa bibliográfica, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com os problemas do assunto principal do projeto e também a análise de exemplos que auxiliem na compreensão do mesmo.

Os indivíduos foram selecionados por meio das características do autismo, além de depender de muitos fatores e levar em consideração um grande número de amostra para obtenção de resultados. Os resultados foram coletados por meio do feedback, feito por relato de profissionais e pessoas que baixaram e testaram o protótipo, com o acompanhamento diário dos resultados e de uma grande abrangência de pessoas utilizando o protótipo.

3.1. MODELAGEM DO PROTÓTIPO

A modelagem do protótipo foi baseada na discussão realizada com profissionais da psicologia e educação.

Para expressar as funcionalidades e fluxo do projeto, foi utilizado um modelo de utilização do protótipo, apresentado na Figura 13.

Como demonstrado, apenas um usuário opera o protótipo.

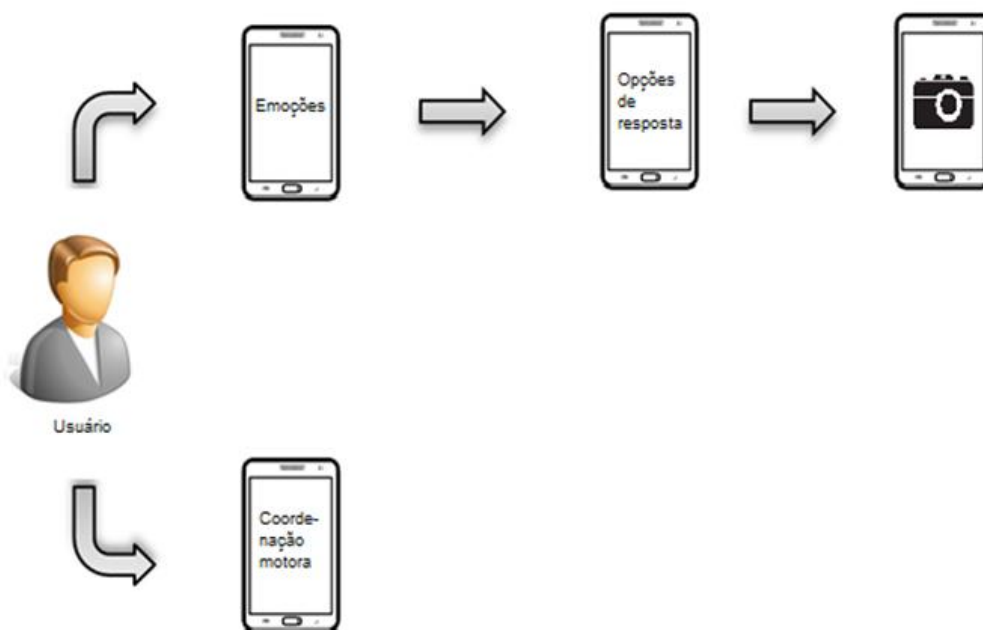


Fig. 13 – Modelo do protótipo.

O projeto por meio deste fluxo tem como objetivo o manuseio pelo autista, para que o mesmo possa utilizar o protótipo até mesmo de maneira independente.

Em relação à tecnologia utilizada, o protótipo foi desenvolvido utilizando o Ionic como base para montar o projeto em dispositivos móveis, assim como o Cordova para acessar a câmera do dispositivo e HTML, CSS e AngularJS na codificação, assim como já documentado no projeto. O Bitbucket foi utilizado como repositório para o protótipo, servindo como backup do mesmo e versionando para evitar possíveis problemas.

3.2 PROTÓTIPO DO APLICATIVO PROPOSTO

O protótipo foi nomeado de *AutApp*, sendo referente as letras iniciais do autismo (Aut), assim como o fato de ser um protótipo de aplicativo, realizando a junção também com a sigla referente (App).

Na Figura 14 é apresentado o logotipo do protótipo, no qual é a imagem de um dinossauro, sendo um animal muito apreciado pelas crianças. A imagem foi obtida

por meio do site *Pixabay* (2017), que disponibiliza imagens gratuitas compartilhadas da comunidade.



Fig. 14 – Logotipo do protótipo *AutApp*

O projeto contém dois módulos, um em relação ao reconhecimento da expressão facial de um personagem virtual, incentivando a criança a identificar e imitar a emoção demonstrada pelo personagem, auxiliando na socialização do autista. O segundo módulo possui um jogo com dez fases inicialmente, que explora a metodologia TEACCH, baseada em associação de imagens, formas e cores, além de incentivar o aprendizado e a coordenação motora da criança. Foi escolhido como personagem do protótipo e do menu inicial conforme Figura 15 a imagem de um dinossauro, seguindo o contexto aplicado na escolha da imagem do ícone do projeto.

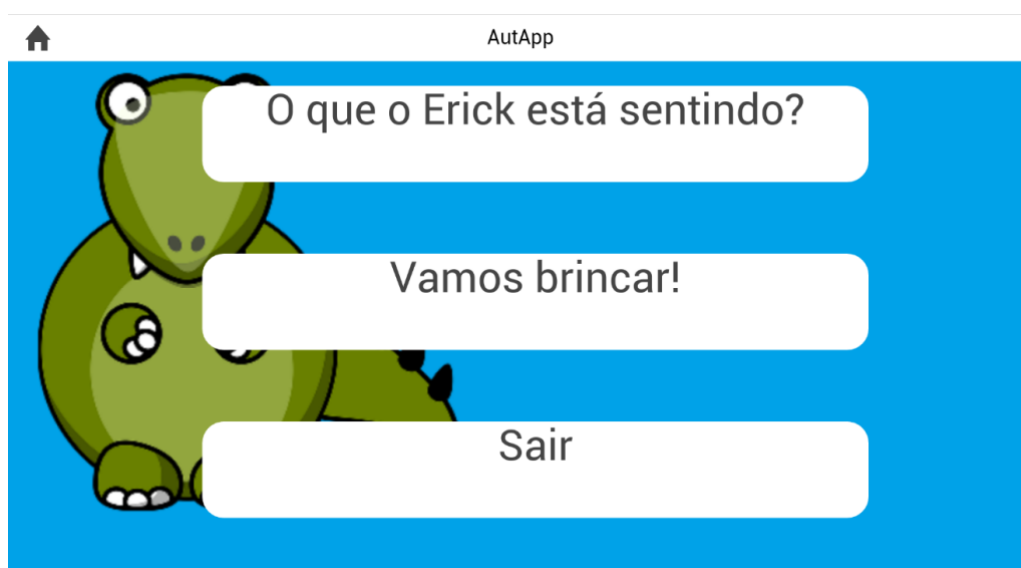


Fig. 15 - Menu do protótipo. Fonte: Autor

3.1.1 Reconhecimento de expressões faciais

O projeto teve início por meio do desenvolvimento do primeiro módulo, no qual incentiva a criança autista a identificar as expressões faciais no personagem Erick, conforme a Figura 16. Neste módulo, foram desenvolvidas duas maneiras de escolher a resposta correta para a emoção demonstrada pelo personagem, em que a primeira é por meio da escolha da expressão facial de opções disponíveis e outra por meio da câmera do dispositivo, para que a criança imite a expressão facial demonstrada pelo personagem, incentivando além do reconhecimento da emoção demonstrada no módulo, imitar a expressão e associá-la ao sentimento correspondente.



Fig. 16 - Personagem Erick. Fonte: Autor.

Durante o desenvolvimento desta etapa do protótipo, foi realizada a análise de algumas APIs para o reconhecimento da emoção na face da pessoa ao tirar a foto, como por exemplo, a API de Detecção Facial da Microsoft ou da IBM. No caso, a API da Google foi a escolhida para o projeto devido a sua boa documentação, de escrita direta e objetiva, a exigência de menos linhas de código que as outras APIs, o preço no qual são mil requisições ao mês de graça, e \$1.50 para até cinco milhões de requisições ao mês quando ultrapassado estas mil iniciais, além do suporte ao código Base64, no qual evita que a imagem tenha que ser enviada diretamente ao servidor para processamento, aumentando assim a velocidade do tempo de resposta para reconhecimento de emoções na imagem.

Existe também o botão “Tirar uma foto!”, no qual utiliza a câmera do celular para capturar a foto da criança imitando a expressão do personagem. Para isto, foi utilizado *plugins*, que é um programa de extensão menor sendo utilizado para adicionar novas funcionalidades a programas maiores. O *plugin* utilizado foi o Cordova Camera, no qual permite acesso a câmera além de outras partes do *hardware* do dispositivo. O *plugin* permite vários parâmetros para captura da foto, como por exemplo, a qualidade e extensão da imagem, se a foto será salva na galeria do dispositivo, rotação da câmera e codificação da imagem.

Após a captura da foto, é utilizado então a API *Vision Cloud* para análise da imagem. Para utilização da API, o dispositivo deve estar conectado à internet e o tempo de resposta pode variar conforme a velocidade da conexão. O reconhecimento é realizado no servidor por causa das limitações para este tipo de processamento na maioria dos dispositivos dentro de um curto período de tempo.

Após a captura da imagem, é gerado então o código Base64 por meio do próprio *plugin* Cordova Camera, no qual é utilizado para enviar as características da imagem a API, sem necessariamente enviar a imagem por completo. Com a utilização da API *Vision Cloud*, é possível identificar várias propriedades da foto, como por exemplo, as cores predominantes da imagem, quais objetos foram identificados, realizar leitura de textos e capturar as emoções presentes nas pessoas da foto, no qual é o que será utilizado neste projeto. Assim, é possível verificar se a criança acertou ou não a expressão que o personagem está demonstrando. A resposta do acerto ou erro da criança é demonstrada para que ela tente novamente, gerando o mínimo de desânimo no autista e incentivando-o a buscar a resposta correta.

Este módulo foi projeto em relação a uma característica presente na maioria dos autistas em não perceber sutilezas nas expressões faciais e emoções das pessoas a sua volta, prejudicando à sua maneira de comunicação com estas pessoas, não entendendo algumas atitudes e tornando de certa forma inconveniente, prejudicando sua socialização e comunicação no meio no qual tem contato.

3.1.2 Fases de incentivo a coordenação motora e raciocínio

O segundo módulo do protótipo, foi desenvolvido para incentivar a coordenação motora e aprendizado do autista, explorando a metodologia TEACCH.

A primeira fase é completada ao arrastar uma imagem de uma bola para seu local correspondente, que fica subentendido a respeito de uma sombra de uma bola no outro lado da tela. Nesta fase, a criança deve arrastar a bola até o local sombreado conforme a Figura 17. A etapa atual possui o cuidado de deixar a bola livre para que a criança altere sua posição, sem ficar levando a bola à posição inicial caso a criança solte na posição incorreta, para que mesmo o autista que não tenha a coordenação motora bem desenvolvida, consiga completar a fase com sucesso e entenda o conceito do desafio proposto.

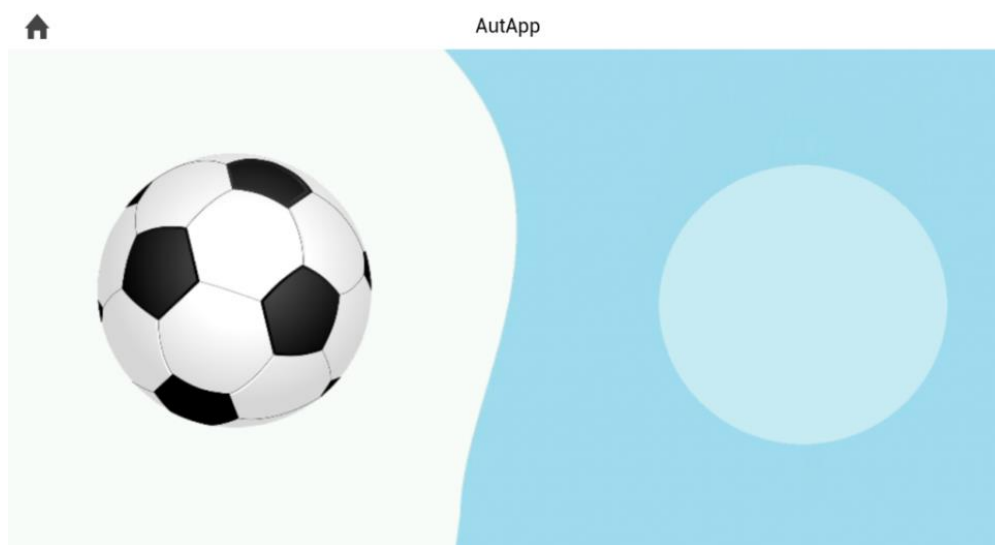


Fig. 17 - Primeira fase do segundo módulo. Fonte: Autor.

Para realizar o movimento das imagens neste módulo, foi utilizado o *plugin Touch Punch* do JQuery. O *plugin* disponibiliza maneiras de manipular a posição de itens por meio do toque, sendo útil principalmente em dispositivos *touch* como tablets, simulando os eventos de mouse do JQuery (FURFERO, 2011).

Com este *plugin*, é possível controlar os itens da tela para poderem ser movidos ou não, assim como configurar o alvo de cada item e identificar quando uma imagem está sobre seu alvo. Ao longo do projeto, alguns itens não podem sofrer algum movimento, como por exemplo, o alvo e as imagens estáticas de fases mais avançadas.

A fase dois deste módulo segue o mesmo padrão da segunda, ainda habituando a criança ao estilo de jogo proposto. A partir da terceira fase, alguns conceitos são adicionados ao protótipo, a fim de começar a incentivar e desafiar a

criança a concluir todas as etapas com sucesso. A segunda fase é igual à primeira, porém com a letra “A” ao invés da bola.

A fase três conta com dois círculos, com a intenção de incentivar a noção em relação às cores na criança. O objetivo desta fase é colocar a bola no seu local correto, se baseando pela cor de fundo (laranja no fundo laranja e rosa no fundo rosa).

A fase quatro e cinco adicionam a percepção de perfil do item a ser movido na tela do dispositivo, não somente com a associação por cores conforme a Figura 18. Nesta etapa, é possível saber qual o objetivo do item conforme o modelo da sombra.

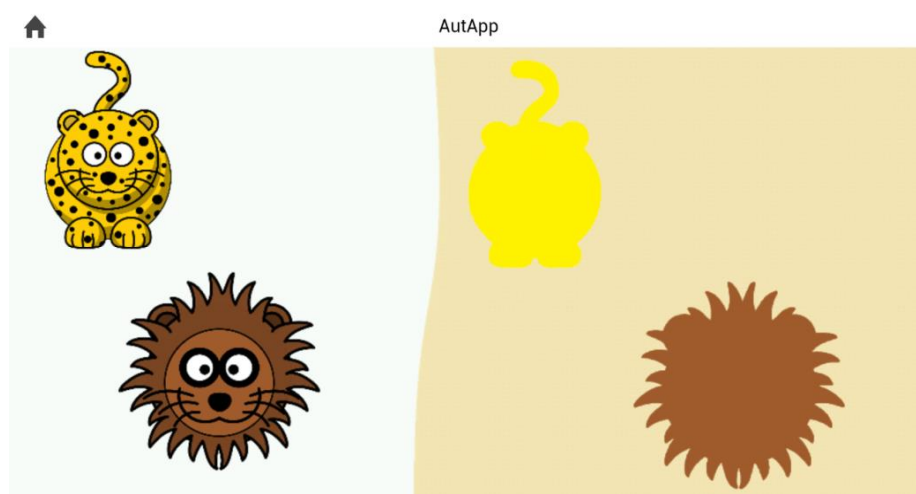


Fig. 18 - Quarta fase do segundo módulo. Fonte: Autor.

A sexta fase adiciona a proporção de itens ao módulo, no qual possui três imagens iguais, porém em tamanhos diferentes, fazendo a criança identificar qual item é correto em cada posição para poder passar para a etapa seguinte, demonstrado por meio da Figura 19.

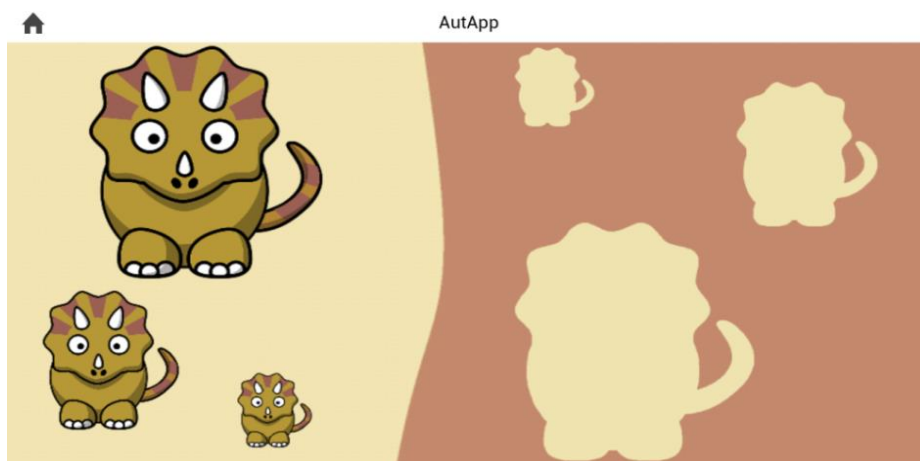


Fig. 19 - Sexta fase do segundo módulo. Fonte: Autor.

Até esta etapa, o módulo foca diretamente na coordenação motora da criança, por meio dos movimentos exigidos pelo módulo, assim como percepções de tamanho e cores. São percepções simples, mas que estimulam a criança autista de maneira sutil e que chame a atenção dela.

Neste módulo, o cuidado com as cores foi essencial, mantendo o mesmo tom de fundo e dos itens da tela, não gerando um contraste grande entre os objetos para que esse tipo de informação não atrapalhe o desempenho da criança. Além disso, sempre que a criança conseguir completar a etapa é exibido uma mensagem de parabéns conforme a Figura 20, buscando incentivar a criança a realizar as atividades propostas.



Fig. 20 - Mensagem de parabéns. Fonte: Autor.

Com o protótipo em sua primeira versão, no qual possuía o primeiro módulo completo e mais seis etapas do segundo módulo, foi realizada a publicação do mesmo na Google Play. Desta forma, era possível obter os feedbacks iniciais do protótipo e de sua importância em relação à criança autista, tanto por meio da loja virtual, com divulgação por meio de comunidades de familiares de autistas na rede social Facebook, assim como um primeiro contato das crianças com o protótipo no AMA.

O protótipo teve sua primeira publicação no dia 15 de outubro de 2017, em sua versão 0.0.1. A versão inicial não estava adaptada para funcionar corretamente em dispositivos de tela pequena como um aparelho celular, sendo que o projeto estava funcionando corretamente somente em tablets. Após esta publicação, surgiu a necessidade de ajustar o protótipo para aparelhos celulares, devido a grande quantidade de feedbacks de pessoas das comunidades pedindo o suporte a estes aparelhos. A versão 0.0.2 foi ajustada no dia 18 de outubro de 2017, porém devido a um problema de geração do APK (*Android Package*), que funciona como instalador de projetos Android,

foi necessário gerar a versão 0.0.3, que passou a contemplar a utilização do protótipo em dispositivos de telas pequenas.

Com os feedbacks iniciais, já foi possível analisar a necessidade de aplicativos voltados ao auxílio do autista e assuntos sociais, no qual o protótipo obteve várias mensagens de apoio e incentivo pela ideia do projeto. No dia 17 de outubro de 2017 foi realizado o início da divulgação do projeto em grupos específicos de pessoas relacionadas ao autismo. Dois dias após esta primeira divulgação e já na versão 0.0.3 do protótipo, o projeto constava com 147 downloads na loja virtual da Google Play, além de quatro avaliações cinco estrelas, que corresponde à nota máxima que o aplicativo pode receber na loja. Porém ainda sem nenhuma avaliação técnica sobre o impacto do protótipo em relação ao autista.

Após as primeiras versões do protótipo e uma análise dos feedbacks e melhorias sugeridas, foi realizada a correção em algumas imagens do segundo módulo, gerando assim a versão 0.0.4 no dia 20 de outubro de 2017.

No dia 23 de outubro de 2017, foi realizado o início da implementação do projeto na instituição AMA na cidade de Criciúma – Santa Catarina. Foi realizada a visita para conversa sobre o protótipo e as informações que poderiam ser coletadas da instituição. Foi distribuído também entre os colaboradores da instituição um questionário a respeito de aplicativos móveis voltado a crianças autistas no qual foi respondido pelos profissionais, como psicólogas e professoras que possuem contato direto com as crianças. O resultado deste questionário será apresentado nos resultados do projeto.

A versão 0.0.5 foi gerada no dia 29 de outubro de 2017 com a inclusão de quatro novas etapas no segundo módulo. Todas as quatro fases buscam incentivar a escolha e decisão da criança em relação à imagem correta a se arrastar ao alvo, seguindo o padrão conforme a Figura 21.

As quatro novas fases contam com dois itens, sendo que um dos itens é o correto para se arrastar ao destino. Desta maneira, a criança irá verificar qual a opção correta através da possibilidade de movimentação de cada item, pois o item incorreto não pode ser arrastado, deixando somente a opção correta para movimentar.

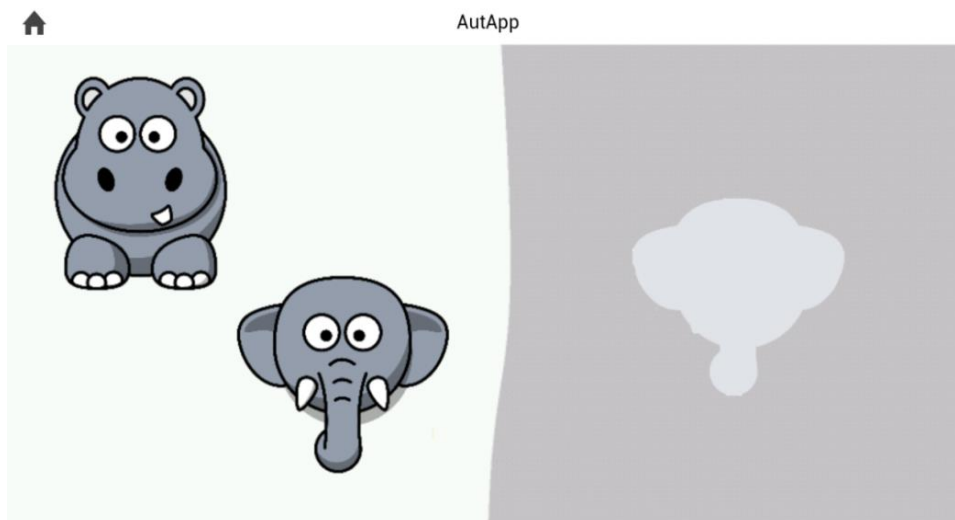


Fig. 21 – Fase 10 do segundo módulo. Fonte: Autor.

A divulgação do projeto continuou durante todos os meses de outubro e novembro de 2017 por meio das comunidades focadas em autismo e profissionais conhecidos no qual pudessem contribuir de alguma forma com a distribuição e resultados do projeto.

4. Resultado e Análise

Os resultados do projeto foram coletados por meio dos feedbacks e divulgação do protótipo em comunidades voltadas ao autismo, assim como a aplicação diretamente na instituição AMA, escola focada em atender pessoas com autismo.

Em relação à coleta de resultados por meio do compartilhamento do protótipo, foi analisado inicialmente que há uma real necessidade de aplicações voltadas às pessoas com algum tipo de deficiência e principalmente no autismo. Existem aplicativos que auxiliam essas crianças como demonstrados ao longo da fundamentação teórica, entretanto nem todos de maneira intuitiva e que sejam realmente utilizados pelos profissionais que estão em contato com as crianças autistas.

No dia 11 de novembro de 2017, o relatório do Google Play Console indicava 421 downloads totais do protótipo, no qual continua ativo em 189 dispositivos conforme Figura 22.



Fig. 22 – Instalações do protótipo em relatório do dia 11 de novembro de 2017. Fonte: Autor.

Em dias específicos, o protótipo contou com uma grande quantidade de downloads, ultrapassando cinquenta downloads dentro de poucas horas, mesmo após o término da divulgação do protótipo. Não foi possível identificar o motivo que levou a esta quantidade de downloads em dias e horas específicas.

O protótipo também teve downloads em outros países além do Brasil, principalmente em Itália, Portugal, Espanha e México conforme Figura 23.

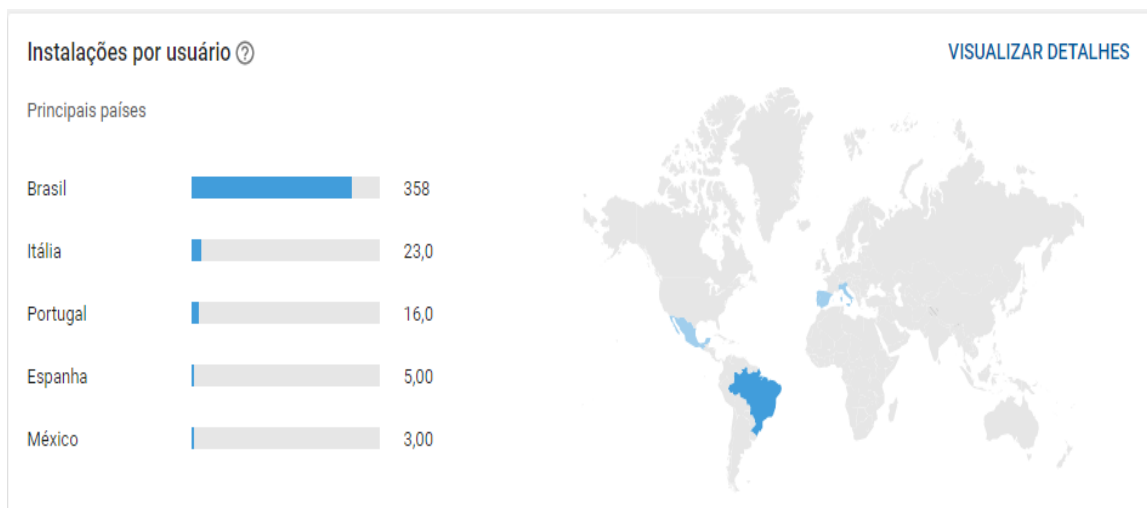


Fig. 23 – Downloads por país no dia 11 de novembro de 2017. Fonte: Autor.

De acordo com o relatório do Google Play Console, o protótipo possuía sete avaliações na loja virtual Google Play conforme Figura 24, além de dois comentários não técnicos a respeito do protótipo.

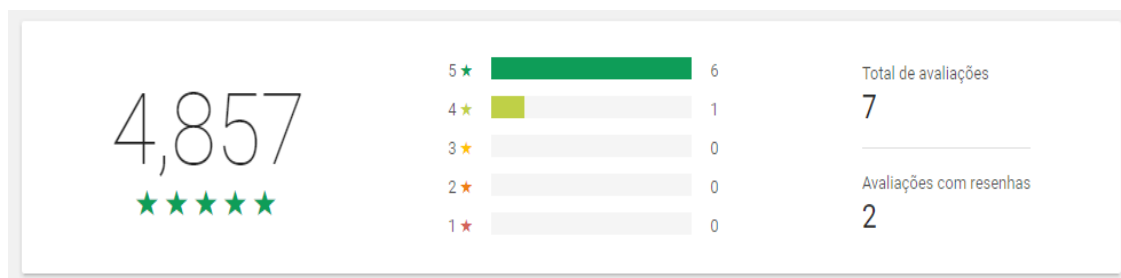


Fig. 24 – Avaliações do protótipo na Google Play no dia 11 de novembro de 2017. Fonte: Autor.

Além disso, o protótipo contou com quatro falhas em um único dispositivo, conforme a Figura 25. As falhas ocorreram somente na versão 0.0.3 do protótipo e em um dispositivo específico e um único usuário.

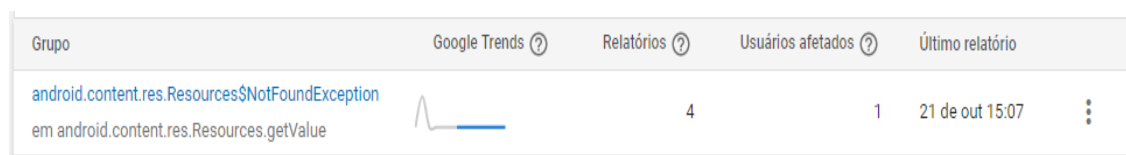


Fig. 25 – Falhas do protótipo no dia 11 de novembro de 2017. Fonte: Autor.

Em relação à quantidade de instalações realizadas por dispositivo, o protótipo alcançou o número máximo de instalações no dia 13/11/2017, presente em 231 dispositivos, como apresentado na Figura 26.



Fig. 26 – Número máximo de dispositivos com o protótipo ativo. Fonte: Adaptado de Google (2017)

Como resultado do compartilhamento em grupos e páginas do Facebook, o protótipo contou com 197 curtidas, 59 comentários e 40 compartilhamentos no total

conforme demonstrados na Tabela 1, levantando os dados dos grupos que responderam em maior quantidade a publicação do protótipo.

Tabela 1: Páginas em que o protótipo foi divulgado, quantidade de curtidas, quantidade de comentários e quantidade de compartilhamentos em páginas abertas.

Página/Grupos	Curtidas	Comentários	Compartilhamentos
Diário Autismo	90	15	40
Corações Azuis	66	27	-
Autismo e Naturologia	41	17	-
Total	197	59	40

Fonte: Do Autor.

A grande quantidade de downloads em um curto período de tempo demonstrou a necessidade de aplicativos voltados ao autismo. Após a divulgação do protótipo em grupos e páginas em redes sociais, houve uma grande quantidade de comentários positivos a respeito da iniciativa do projeto. Várias pessoas se disponibilizando a auxiliar no protótipo caso fosse necessário em implementações futuras do mesmo.

Em entrevista com algumas pessoas, coletou-se feedbacks como de uma estudante de psicologia e mãe de uma criança autista de oito anos residente na cidade de Curitiba. Em áudio, ela comentou:

"Ele gostou, mas é, o que eu percebi é que para ele é fácil. Mas é legal porque agora né, que ele está em um desenvolvimento melhor. Mas antes, até porque não tinha compreensão do autismo, como estar ajudando ele, através do tablet e destes jogos é que eu conseguia comunicar com ele, as expressões né. Então eu realmente usei este método com ele e funcionou. Hoje ele identifica super bem, ele sabe, é super fácil, ele agora está em outro nível".

Neste comentário, percebe-se que o foco do protótipo é efetivo até uma idade ou determinado grau da síndrome, focado realmente nas crianças e também em adolescentes.

Em relação ao feedback de uma graduanda em psicologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ela comenta:

“É muito difícil encontrar programas/aplicativos com esse enfoque – autismo – que seja bons ou realmente relevantes. Acho excelente que você tenha este interesse. Gostei muito do aplicativo!”, além de comentar que busca maneiras de auxiliar uma criança autista em sua coordenação motora através dos tablets.

Uma estudante de psicologia da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) destaca:

“Eu amei teu aplicativo!! Estou compartilhando nos grupos de terapeutas e pais! Para mim vai servir muito, agora atendo outras crianças menores de 02 anos e era exatamente isso que precisava. Sério, parabéns!!”. Em outro momento, a mesma estudante relata “Gostei muito da ideia, pois consigo aplicar o aplicativo nas duas crianças autistas que eu atendo, incentivando a coordenação motora ao arrastar os itens até o objetivo. O único problema é em relação ao módulo de emoções, eles não tem capacidade de realizar isso ainda, mas é bem válido, principalmente para crianças maiores. É uma abordagem diferente do que temos em outros aplicativos, dentro dos que eu conheço.”

Os feedbacks de familiares de pessoas com autismo, assim como os de profissionais que trabalham com crianças autistas foram importantes para avaliar o impacto do protótipo e seu auxílio, assim como os pontos positivos e negativos da implementação inicial do AutApp. Percebe-se também algumas características importantes do projeto, como uma melhor utilização dependendo do grau do autismo, no qual o protótipo pode propor atividades fáceis ou difíceis para o autista dependendo do seu grau da síndrome.

Na instituição AMA também foi realizado a aplicação do protótipo, assim como a distribuição de um questionário para os profissionais da instituição.

A AMA conta com 100 alunos, sendo 77 homens e 23 mulheres. Destes 100 alunos, 15 utilizam os aplicativos de maneira funcional como demonstra a Figura 27,

realizando a maioria dos objetivos propostos no tablet, sendo que o restante dos alunos não consegue utilizar os aplicativos devido às limitações em consequência de um autismo mais severo ou por consequência de outra deficiência.

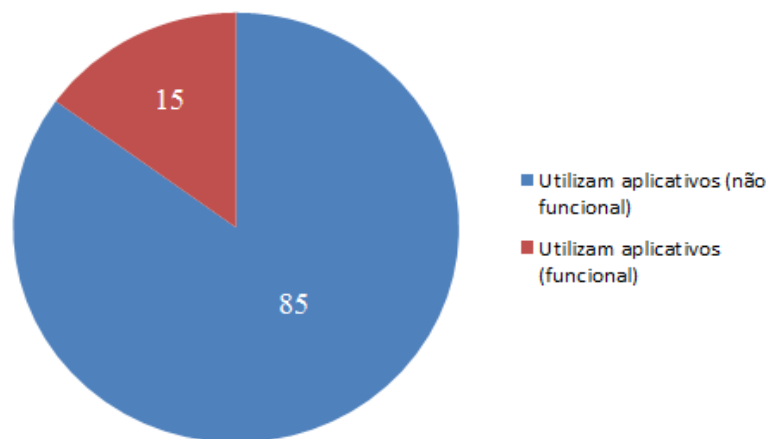


Fig. 27 – Quantidade de alunos que utilizam o aplicativo de maneira funcional.

Na aplicação do protótipo, os feedbacks foram obtidos por meio do profissional responsável pelas aulas de informática com utilização do tablet em conjunto com as psicólogas e professoras de cada turma de alunos. O profissional em questão é orientado pelas psicólogas e professoras conforme as características de cada turma. De maneira geral, o protótipo funciona muito bem entre alunos que não possuem um nível muito avançado da síndrome, servindo como auxílio no desenvolvimento da pessoa.

De acordo com o feedback do profissional que utilizou o protótipo na AMA com as pessoas autistas, as atividades propostas pelo projeto puderam ser facilmente entendidas pelas crianças que estão dentro do grupo de alunos funcionais. O módulo de reconhecimento de expressões faciais incentivou as crianças a identificar qual emoção o personagem estava sentindo. A única dificuldade relatada sobre o módulo é referente ao texto das emoções, no qual nem todos os autistas possuem a leitura bem desenvolvida, necessitando de outra pessoa explicando o objetivo do módulo. O segundo módulo foi amplamente comentado pelo profissional, sendo que grande parte das crianças gostaram de realizar os desafios propostos pelo protótipo, demonstrando momentos de grande foco para conseguir completar as etapas, buscando manter a precisão nos movimentos para arrastar os itens presentes na fase. A interface simplificada e poucas informações visuais nas etapas dos módulos para fácil interação com o autista também foi elogiada.

Desta maneira, foi possível perceber que o protótipo está auxiliando a pessoa autista como proposto. A aplicação do protótipo na AMA proporcionou um acompanhamento real da utilização do protótipo por pessoas com autismo, assim como o feedback de profissionais com experiência em trabalhos com autistas, servindo como um apoio ao desenvolvimento do AutApp e ideias futuras para o projeto.

Os profissionais da AMA também responderam um questionário a respeito de aplicativos focados no autista e qual sua importância. No total, sete profissionais responderam ao questionário, entre eles professores especializados em educação especial, psicólogas e pedagogas.

O questionário conta com as seguintes questões: “Sua profissão”, “Qual o grau de importância, em sua opinião, de um aplicativo voltado às crianças autistas e a maneira que isto pode auxiliá-las em sua educação/desenvolvimento?”, “Você conhece muitos aplicativos voltados ao autismo? Como você classifica a quantidade/qualidade dos aplicativos existentes no mercado?”, “Observações gerais”.

Em relação às respostas, um professor da instituição destaca na questão de conhecimento de aplicativos focados em autismo:

“Alguns, poucos. É uma área pouco explorada, sendo que há mais material (aplicativos e/ou site) em inglês. Ex: ABC do Autismo, Participar 2, Site Luna”. Ele destaca também que:

“Deveria ter mais ferramentas para esse público (autista) e incentivar estatais para elaboração de novas aplicações”.

Outra professora comenta:

“Penso que os aplicativos contribuem com o processo de aprendizagem da criança autista. Além do que melhora questões como, atenção, concentração e movimentos inadequados (estereotípias) fatores que muitas vezes interferem no processo”.

além de responder que conhece somente um aplicativo nesta área “Tenho informação apenas do ABC do Autismo”.

O professor especialista em educação especial comenta na pergunta relacionada à importância de aplicativos nesta área:

“Extremamente importante, são ferramentas que dão suporte no sentido de facilitar o acesso ao conhecimento contribuindo na internalização de conceitos e necessários no contexto

socioeducacional”, além de destacar “Nos casos onde o autismo está associado a outras deficiências, principalmente deficiência mental (mental grave e moderada), esses e alguns aplicativos se tornam obsoletos”.

Por último, uma das professoras destaca:

“Percebo nas aulas de informática que alguns alunos há interesse por esses aplicativos instalados nos tablets da escola, o quanto se consegue manter o aluno concentrado, interagindo com esta ferramenta e de certa forma se desenvolvendo com esta tecnologia que faz parte cada vez mais do nosso dia-a-dia”.

De maneira geral, os familiares e professores de crianças autistas, destacam que o protótipo auxilia no desenvolvimento de coordenação motora e no reconhecimento de emoções, além do reconhecimento de formas e cores diferentes, portanto, entende-se que o objetivo geral foi alcançado.

5. Conclusão

O autismo é uma síndrome que atinge uma parte significativa da população mundial. Frente aos avanços tecnológicos, é fundamental prover mecanismo de auxílio para estas pessoas, permitindo caminhos para inclusão social e desenvolvimento pessoal.

A pessoa autista necessita de um estímulo diferenciado para o seu desenvolvimento, levando o entendimento de conceitos por meio de caminhos diferentes do habitual, contando com o auxílio de metodologias e novas tecnologias para auxiliar neste processo.

A Tecnologia Assistiva vem auxiliando as pessoas com autismo e outras deficiências. No caso, para a pessoa autista existem aparelhos e softwares que auxiliam no desenvolvimento pessoal, porém ainda é uma área pouco explorada devido a complexibilidade da síndrome, pouco apelo comercial, além de nem todos os aplicativos serem focados exclusivamente no autismo.

Esta dificuldade motivou o presente trabalho, onde foi desenvolvido um protótipo de aplicativo móvel que auxilia a pessoa autista no reconhecimento de expressões faciais, em sua coordenação motora e reconhecimento de formas e cores.

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os objetivos específicos, sendo o primeiro contemplado por meio do material teórico desenvolvido, onde foi possível compreender as limitações da pessoa autista, as metodologias de ensino utilizadas, assim como a existência das tecnologias para apoio do mesmo.

Após a discussão da ideia da pesquisa junto com profissionais da área da psicologia, professores e familiares de autistas, o segundo objetivo foi alcançado e por meio desta troca de informação, pode-se aprofundar por parte do autor o conhecimento da realidade da pessoa autista e construir o modelo visando auxiliar no problema proposto.

O terceiro objetivo específico foi atingido com base no referencial teórico e nas necessidades de auxílio à pessoa autista, buscando identificar a tecnologia a ser utilizada no projeto, além da plataforma que o protótipo iria utilizar para contemplar o maior número de usuários.

O último objetivo específico foi desenvolvido por meio da divulgação em redes sociais de familiares de pessoas com autismo e psicólogas, junto com a implementação do projeto na instituição AMA. Onde os feedbacks dos usuários, em especial dos familiares de pessoas com autismo que utilizaram o protótipo, foi positivo. Entende-se, portanto, que o protótipo foi validado junto às pessoas com autismo e comunidade em geral, atingindo o objetivo específico e por consequência o objetivo geral do trabalho.

Desta forma, o desenvolvimento de um protótipo de aplicativo móvel, por meio de reconhecimento facial e utilização de tecnologia híbrida que auxiliasse a pessoa autista foram realizados, contribuindo como uma tecnologia assistiva voltada aos autistas.

Então, como resultado, o protótipo auxiliou as crianças com autismo nas atividades propostas, relacionadas à socialização através do módulo de reconhecimento de expressões faciais, assim como o incentivo a coordenação motora e raciocínio a respeito de cores e formas, buscando manter uma interface simplificada para melhor interação do autista, assim como atividades objetivas que buscam melhorar a utilização do projeto em relação ao usuário.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, alguns desafios foram encontrados, como a disponibilidade de pessoas com experiência no autismo para entrevista, o desconhecimento do autor em desenvolvimento de software móvel, sendo

necessário um aprimoramento pessoal no desenvolvimento deste tipo de aplicação. Também, o pouco retorno técnico das pessoas que utilizavam o projeto em relação à quantidade de downloads que o mesmo teve e em toda sua abrangência.

Entretanto, o contato e entendimento do autismo, buscando enxergar a realidade da pessoa com a síndrome, bem como a tentativa de contribuição com este trabalho para eles, assim como a coleta de feedbacks de várias pessoas foram pontos de motivação únicos.

Como trabalhos futuros, pode ser realizado um estudo sobre a usabilidade de outros métodos de auxílio ao autista com a utilização de dispositivos móveis, com a finalidade de auxiliar em mais características da pessoa autista.

A tradução do protótipo para outras línguas também é algo que seria importante para o projeto, contemplando os vários países que fizeram download do mesmo, com o objetivo de atingir ainda mais pessoas. Outra melhoria seria um estudo aprofundado sobre o impacto auditivo na criança autista, buscando adicionar sons ao protótipo e com isso melhorar a interação com o usuário.

A classificação do protótipo em relação ao nível de autismo foi uma análise importante realizada durante a aplicação do projeto e sendo pautada como uma melhoria futura do AutApp, no qual sua implementação buscaria identificar qual o grau da síndrome o projeto possui maior usabilidade.

Por fim, o protótipo poderia ser melhorado com a não necessidade de conexão com internet para o reconhecimento da expressão facial, sendo necessário o desenvolvimento baseado em inteligência artificial para o reconhecimento de padrões de imagens e processamento diretamente no aparelho.

Agradecimentos

O autor agradece primeiramente o apoio e compreensão de sua família durante o período de desenvolvimento do projeto.

Ao professor Anderson Luís Furlan referente à sua orientação em relação a este projeto e ao coordenador Gustavo De Lucca à todas dúvidas esclarecidas e auxílio prestado.

As psicólogas, pedagogas, professores e profissionais em geral que deram auxílio durante o projeto.

Aos colaboradores da Associação de Amigos do Autista (AMA), que foram muito atenciosos e tiveram boa vontade em participar do projeto e proporcionar que o mesmo tivesse êxito.

Aos amigos que entenderam o compromisso com o projeto.

E à Faculdade SATC, seu corpo docente, direção e administração pela oportunidade de crescimento.

Referências

ANTONIO, Bianca Marcele Virche; DAMBROS, Aline Roberta Tacon. **Autismo e método TEACCH: Possibilidade de Escolarização no Ensino Regular**. In: JORNADA DE PEDAGOGIA DA FAFIPA, 12., 2013, Paranavaí. **Anais...** . Paranavaí: Fafipa, 2013. p. 183 - 195. Disponível em: <http://fafipa.br/site/arquivos/Anais_JORPED - 2013.pdf#page=5>. Acesso em: 04 maio 2017.

APPLE. **IOS Technology Overview**. 2014. Disponível em: <https://developer.apple.com/library/content/documentation/Miscellaneous/Conceptual/iPhoneOSTechOverview/iPhoneOSTechnologies/iPhoneOSTechnologies.html#/apple_ref/doc/uid/TP40007898-CH3-SW1>. Acesso em: 17 maio 2017.

ATLASSIAN. Bitbucket. 2017. Disponível em: <<https://bitbucket.org/product>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

BASTOS, Diana Natasha Dias Araújo. **Dormitório infantil: a influência das cores no desenvolvimento comportamental de uma criança com autismo**. 2015.

BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. **Do Computador ao Tablet: Vantagens Pedagógicas na Utilização de Dispositivos Móveis na Educação**. **Educaonline: EduComunicação, Educação e Novas Tecnologias**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p.125-149, jan. 2012. Quadrimestral.

BRASIL. Constituição (2012). Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012. **Institui A Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa Com Transtorno do Espectro Autista**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112764.htm>. Acesso em: 15 maio 2017.

BRITO, Adriana Rocha ; VASCONCELOS, Marcio Moacyr de; **"CONVERSANDO SOBRE AUTISMO-RECONHECIMENTO PRECOCE E POSSIBILIDADES TERAPÊUTICAS"**, p. 23-32 . In: Caminha, Vera Lúcia; Huguenin, Julliane; Assis, Lúcia M. de; Alves, Priscila Pires. **Autismo - Vivências e Caminhos**. São Paulo: Blucher, 2016.

CAMARGO, Sígla Pimentel Höner; BOSA, Cleonice Alves. **Competência Social, Inclusão escolar e Autismo: Revisão crítica da literatura**. 2009. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/20834/000718941.pdf?sequence=1>>
 . Acesso em: 10 maio 2017.

CHARLAND, Andre; LEROUX, Brian. **Mobile application development. Communications Of The Acm**, [s.l.], v. 54, n. 5, p.49-51, 1 maio 2011. Association for Computing Machinery (ACM). <http://dx.doi.org/10.1145/1941487.1941504>. Disponível em: <<https://www.cs.usask.ca/faculty/gutwin/898-2015/readings/04-app-models/charland.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2017.

CO, Drifty. All about Ionic. 2017. Disponível em: <<https://ionicframework.com/about>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

DAMASCENO, Luciana Lopes; GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. **AS NOVAS TECNOLOGIAS COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA: UTILIZANDO OS RECURSOS DE ACESSIBILIDADE NA EDUCAÇÃO ESPECIAL. In: III CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO ESPECIAL – CIIEE 2002, 3., 2002, Fortaleza. Proceedings...** . Fortaleza: Ciiee, 2012. p. 1 - 77. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/niee/eventos/CIIEE/2002/programacao/Demonstracoes.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

FARIAS, Ezequiel B.; SILVA, Leandro W. C.; CUNHA, Mônica X. C.. **ABC AUTISMO: Um aplicativo móvel para auxiliar na alfabetização de crianças com autismo baseado no Programa TEACCH.** 2014. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbsi/2014/0039.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2017.

FERREIRA, Silvio. Guia prático de HTML5. São Paulo: Universo dos Livros Editora Ltda., 2013.

FERNANDES, Salomé Frederica da Silva Neto. **A Adequabilidade do modelo TEACCH para a promoção do desenvolvimento da criança com autismo.** 2010. Disponível em: <http://repositorio.esepf.pt/jspui/bitstream/20.500.11796/796/2/Pg-EE-2010_SalomeFernandes.pdf>. Acesso em: 16 maio 2017.

FOUNDATION, The Apache Software. **Overview.** 2017. Disponível em: <<https://cordova.apache.org/docs/en/latest/guide/overview/index.html>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

FURFERO, David. **JQuery UI Touch Punch:** Touch Event Support for jQuery UI. 2011. Disponível em: <<http://codef0rmer.github.io/angular-dragdrop/#!/#/>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2002. 176 p.

GOMES, Rafael Caveari; FERNANDES, Jean Alves R.; FERREIRA, Vinicius Corrêa. **SISTEMA OPERACIONAL ANDROID.** 2012. Disponível em: <<http://fernandoanselmo.orgfree.com/curso/curso02/SOAndroid.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E.. **Digital Image Processing**. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008. 3 v.

GOOGLE. **API Google Cloud Vision**. Disponível em: <www.google.com.br>. Acesso em: 01 jun. 2017.

GREEN, Brad; SESHADRI, Shyam. **AngularJS**. Sebastopol: O'reilly Media, Inc., 2013

GUEDES, Nelzira Prestes da Silva. **A Produção Científica Brasileira sobre Autismo na Psicologia e na Educação**. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v31n3/1806-3446-ptp-31-03-00303.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2017.

HUGUENIN, Jose Augusto Oliveira; ZONZIN, Marlice; "A LEI DA ESPERANÇA", p. 11-22 . In: **Caminha, Vera Lúcia; Huguenin, Julliane; Assis, Lúcia M. de; Alves, Priscila Pires. Autismo - Vivências e Caminhos**. São Paulo: Blucher, 2016.

IBM. **Visual Recognition - About**. 2017. Disponível em: <<https://console.bluemix.net/docs/services/visual-recognition/index.html#about>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

ISLAM, Md. Rashedul; ISLAM, Md. Rofiquil; MAZUMDER, Tahidul Arafhin. **Mobile Application and Its Global Impact**. **International Journal Of Engineering & Technology** Ijet-ijens. Bangladesh, p. 1-7. dez. 2010. Disponível em: <<http://www.ijens.org/107506-0909/ijet-ijens.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2017.

JESUS, Juliana Campos de. **Aquisição e generalização de mandos aprendidos através do PECS (Sistema de comunicação por troca de figuras) em crianças autistas**. 2013. 142 f. TCC (Graduação) - Curso de Psicologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MCWHERTER, Jeff; GOWELL, Scott. **Professional Mobile Application Development**. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2012. 403 p.

MEDEIROS, Daniela Sofia Ferreira. **CONVIVER COM O AUTISMO**: Aplicação do programa PECS a um indivíduo com Perturbação do Espectro do Autismo. Disponível em: <https://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/4665/1/msc_dsfmedeiros.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.

MEIER, Reto. **Professional Android Application Development**. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2009. 787 p.

MELLO, A.M.S.R. **Autismo: Guia Prático**. São Paulo: AMA; Brasília: CORDE, 2005.

MELLO, Cleusimari M. Colombo; SGANZERLA, Maria Adelina R.. **APLICATIVO ANDROID PARA AUXILIAR NO DESENVOLVIMENTO DA COMUNICAÇÃO DE AUTISTAS**. 2013. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen9/TISE2013/231-239.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2017.

MOBILE, Dokye. **ABC Autismo**. 2017. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dokye.abcautismo&hl=pt-br>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

MOUSQUER, Tatiana, OBERDAN, Carlos Rolim. **A UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA COLABORATIVA NA EDUCAÇÃO INFANTIL**. Santo Ângelo, RS. Universidade Regional Integrada das Missões e do Alto Uruguai. Set. 2012. Disponível em: <<http://www.santoangelo.uri.br/stin/Stin/trabalhos/11.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2017

MUÑOZ, Roberto et al. **Development of Software that Supports the Improvement of the Empathy in Children with Autism Spectrum Disorder**. 2012. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6694093/?reload=true>>. Acesso em: 09 maio 2017.

MURPHY, Mark L.. **The Busy Coder's Guide to Android Development**. [united States Of America]: Commonsware, Llc, 2008. 400 p. Disponível em: <<http://libros.metabiblioteca.org/jspui/bitstream/001/414/8/978-0-9816780-0-9.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2017.

OLIVEIRA, Leandro Ramos de; MEDINA, Roseclea Duarte. **Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para dispositivos móveis: uma nova abordagem que contribui para a educação**.

PIEIDADE, Juliana Rosa e Laíza. **PLATAFORMAS PARA APLICATIVOS MÓVEIS**. 2011. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos-pdf/plataformas-aplicativos-moveis/plataformas-aplicativos-moveis.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

PIXEBAY. Disponível em: <<https://pixabay.com/pt/animal-bonito-dino-dinossauro-159597/>>. Acesso em: 18 out. 2017

PRAÇA, Élide Tamara Prata de Oliveira; KOPKE, Regina Coeli Moraes. Uma reflexão acerca da inclusão de aluno autista no ensino regular. In: **CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, 13., 2011, Recife. **Anais...** . Juiz de Fora: Conferência Interamericana de Educação Matemática, 2011. p. 1 - 10. Disponível em: <http://ciaem-redumate.org/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1311/543>. Acesso em: 07 maio 2017.

QUEIROZ, José Eustáquio Rangel de; GOMES, Herman Martins. **Introdução ao Processamento Digital de Imagens**. Disponível em: <<http://www.dsc.ufcg.edu.br/~hmg/disciplinas/graduacao/vc-2014.1/Rita-Tutorial-PDI.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

RIBEIRO, Sabrina. **ABA: uma intervenção comportamental eficaz em casos de autismo**. Disponível em: <<http://www.aamparaautismo.org.br/wp-content/uploads/2014/05/ABA.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2017.

SARTORELI, Carlos Eduardo; UNO, Nairemilia Kuchauski Alves. **COMPARATIVO ENTRE IOS, ANDROID E WINDOWS PHONE**. Disponível em: <<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/revista/index.php/ETIC/article/viewFile/3169/2919>>. Acesso em: 17 maio 2017.

SILVA, Bruno Rodrigues Simões da. **Desenvolvimento de aplicações móveis para a plataforma iOS**. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Informática – Computação Móvel, Escola Superior de Tecnologia e Gestão - Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, 2012. Disponível em: <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/1325/1/Bruno_Rodrigues_Simoes_da_Silva.pdf>. Acesso em: 13 maio 2017.

SILVA, Claudeci Santos. **TERAPIA OCUPACIONAL COM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA) NO CONTEXTO ESCOLAR: POSSÍVEIS ESTRATÉGIAS**. 2014. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Terapia Ocupacional, Nstituto Federal de Educação Ciencia e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://revistascientificas.ifrj.edu.br:8080/revista/index.php/saudeeconsciencia/article/download/435/287>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

SIMÕES, Danielle Dias; PEREIRA, Júlio César. **SISTEMAS OPERACIONAIS MÓVEIS: ANDROID X IOS**. 2014. Disponível em: <<http://web.unipar.br/~seinpar/2014/artigos/graduacao/daniellediasimoes.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2017.

SOUSA, Pedro Miguel Lopes de; SANTOS, Isabel Margarida Silva Costa dos. **Caracterização da Síndrome Autista**. 2014. 24 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Psicologia Pedagógica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014. Disponível em: <<http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0259.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

STUDIOEMOTION. **AutismXpress**. 2011. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.emotion.AutismXpressLite>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

TANENBAUM, Andrew S.; WOODHULL, Albert S.. **Sistemas Operacionais: Projeto e Implementação**. 3. ed. Grenoble: Bookman, 2008. 992 p.

TALAVERA, John. **Autismo iHelp – Clasificar**. 2014. Disponível em: <<https://itunes.apple.com/br/app/autismo-ihelp-clasificar/id677173223?mt=8>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

TELECO. **Produção de Telefones Celulares no Brasil (IBGE)**. 2015. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/celprod.asp>>. Acesso em: 17 maio 2017.

TOMASEL, Tiago Souza. **APLICATIVO DE RECONHECIMENTO DE IMAGENS EM DISPOSITIVOS MÓVEIS PARA AMBIENTES PREVIAMENTE MAPEADOS**. Disponível em: <https://biblioteca.unilasalle.edu.br/docs_online/tcc/graduacao/ciencia_da_computacao/2014/tstomasel.pdf>. Acesso em: 21 maio 2017.

VALENTE José Armando (org.). **Liberando a mente: computadores na educação especial**. Campinas: UNICAMP, 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Autism spectrum disorders**. 2017. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/autism-spectrum-disorders/en/>. Acesso em: 17 maio 2017.

ZANARDES, Cássia Vânia Lucas. **O TABLET NA APRENDIZAGEM DAS CRIANÇAS AUTISTAS**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba. Anais... . Brasília: Educere, 2015. p. 1 - 17. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19172_10231.pdf. Acesso em: 15 maio 2017.