

Scene Board: Inteligência Artificial & Comunicação Aumentativa e Alternativa para a Educação Inclusiva

Geraldo Gomes da Cruz Júnior^{1,2}, Robson do Nascimento Fidalgo¹

¹Centro de Informática (CIN) – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
– Recife – PE – Brasil

²Instituto SENAI de Inovação para Tecnologias da Informação e Comunicação (ISI-TICs) – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) – Recife – PE – Brasil

{ggc4, rdnf}@cin.ufpe.br

Abstract. *Augmentative and Alternative Communication (AAC) is designed to compensate the understanding and communication of individuals with speech impairments through some external resource. One technique that has been gaining prominence for the AAC is learning by scenes. This article presents to the community a study that has raised related works and applications in search of gaps and opportunities to collaborate with the area. The Scene Board tool is presented, which aims to combine Artificial Intelligence resources with AAC in order to maximize learning. The software had its usefulness and usability validated with the application of Technology Acceptance Model (TAM) in three schools with different characteristics.*

Resumo. *A Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA) é voltada para compensar a compreensão e a comunicação de indivíduos com incapacidades de expressão através de algum recurso externo. Uma técnica que vem ganhando destaque para a CAA é a aprendizagem por uso de cenas. Este artigo apresenta para a comunidade um estudo que levantou trabalhos e aplicações relacionados em busca de lacunas e oportunidades para colaborar com a área. É apresentada a ferramenta Scene Board que visa a união de recursos de inteligência artificial com a CAA buscando uma maximização da aprendizagem. O software teve sua utilidade e usabilidade validados com a aplicação do Technology Acceptance Model (TAM) em três escolas com características distintas.*

1. Introdução

A educação especial visa ao atendimento e práticas de ensino para Pessoas com Deficiência (PCDs). Porém, esse termo vem sendo substituído pelo: “educação inclusiva”, que visa ao atendimento e promoção da educação para todos os indivíduos de forma igualitária e democrática. A educação inclusiva é sobre como desenvolver e projetar escolas, salas de aula, programas e atividades para que todos os alunos aprendam e participem juntos [Mrech 1998].

De acordo com o artigo 59º da Lei nº 9.394/96 todos os educandos com necessidades especiais têm direito, por lei, a acesso aos recursos educativos necessários para atender às suas necessidades e garantir o seu aprendizado [Brasil 1996]. Porém, o

que se percebe na prática é que a inclusão destes alunos não é tão eficaz, envolvendo problemas desde infraestrutura e adaptação das escolas, até o alinhamento do aprendizado com os demais alunos em sala de aula.

Segundo dados do Censo 2010, feitos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 10 milhões de pessoas, no Brasil, possuem algum nível de dificuldade de comunicação, englobados nos grupos de deficientes auditivos e/ou mentais e/ou intelectuais. Porém, uma boa métrica observada pelo Censo deste ano foi relativa a escolarização de crianças, apontando que cerca de 95,2% destas, de 6 a 14 anos, com alguma deficiência, frequentam a escola [IBGE 2010].

Um recurso que vem sendo bem utilizado em nível mundial para PCDs com algum tipo de dificuldade de comunicação é a Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA). A CAA pode ser entendida como um conjunto de procedimentos que visam a ampliação de habilidades de comunicação com uso de alguma ferramenta, seja um cartão ou um computador, para maximizar a capacidade de fala, gestos e/ou escrita. Então, em suma, a CAA destina-se a compensar e facilitar prejuízos e incapacidades dos sujeitos com dificuldades de compreensão e comunicação expressiva [ASHA 2018].

O CAA possibilita a utilização de uma série de recursos e metodologias, dentre esses está o uso de pictogramas, sendo a *Picture Communication Symbols* (PCS) uma das abordagens mais reconhecidas. Com a PCS usuários podem se comunicar através de pictogramas que unidos representam frases [Johnson 1987]. Uma abordagem semelhante que vem ganhando destaque nos últimos anos é a de utilização de cenas. As cenas podem ser utilizadas para expressar desejos, sentimentos, como também serem voltadas para o aprendizado. A utilização de abordagens com pictogramas pode estar relacionada, ou não, ao uso de cenas, ambas apresentam na literatura bons resultados e ganhos significativos para a comunicação dos usuários [Holyfield et al. 2019].

Pesquisas da área também mostram que o uso de recursos digitais, como *tablets* e *smartphones*, está maximizando os resultados obtidos por essas técnicas. Esses dispositivos possibilitam a utilização de mais recursos sensoriais, os tornando, algumas vezes, mais atrativos para quem necessita desses recursos para a comunicação [Júnior et al. 2018]. Porém, percebe-se que boa parte dessas técnicas, na prática, são empregadas em recursos como livros, papéis e cartões. Outra limitação é referente aos próprios *softwares* que por vezes possuem características semelhantes com recursos limitados, não aproveitando dados coletados da experiência dos usuários, nem recursos de inteligência computação e multimodais que o próprio *hardware* utilizado pode oferecer.

Este projeto visa responder a seguinte pergunta de pesquisa: “Como proporcionar para alunos PCDs, pais, professores e monitores uma ferramenta multimodal que facilite a aprendizagem conversacional, unindo inteligência computacional (aproveitando os dados coletados) com a experiência de uso e da interface (que possa ser adequando para diferentes indivíduos)?”. A grande complexidade está em se encontrar uma união realmente prática e útil entre os conceitos e teorias da CAA e da psicopedagogia com o desenvolvimento de uma solução de *software* que consiga além de propiciar uma interface agradável, prover uma inteligência adaptativa que, com base nos dados coletados, maximize os recursos de aprendizagem.

A ferramenta proposta neste trabalho visa a união de alguns desses conceitos e teorias. Ela é multimodal, logo possibilita a utilização, via *tablet*, de diferentes recursos multimídia. Pais, professores, ou monitores podem cadastrar cenas, que podem ser imagens, vídeos ou fotos, a partir dessas é sugerido o cadastro da descrição da cena, que é realizado com base nas *wh-questions* (*what, when, where, why, who e how*), também é possível definir uma cor para cada *wh-question* e com isso é possível criar características e contextos sintáticos/semânticos para as descrições das cenas [Brown 1968]. A descrição da cena, para cada *wh-questions*, é feita via pictogramas onde a aplicação sugere pictogramas existentes, ou não, no vocabulário do usuário. A partir destes cadastros o *software* consegue gerar automaticamente uma série de perguntas e distratores para diferentes esferas semânticas do *wh-questions*. Essas perguntas são lançadas para os usuários. O conceito de aprendizagem por reforço é utilizado pontuando acertos ou erros dos usuários em relação as perguntas, com isso pode-se calibrar a dificuldade dos cenários gerados.

Para a validação da aplicação proposta o estudo aplicou a metodologia TAM em três escolas de Pernambuco, com diferentes características. O TAM pode ser entendido como uma modelo teórico para análise de aceitação de tecnologias, possuindo um forte embasamento teórico. Ele basicamente avalia as tecnologias propostas com os usuários considerando e confrontando aspectos de usabilidade e utilidade [Davis et al. 1989].

Garantir que cada indivíduo tenha uma oportunidade igual para o progresso educacional continua a ser um desafio em todo o mundo [UNESCO 2019]. A importância e colaboração desta pesquisa reside, antes de tudo, na análise de comportamentos humanos no que diz respeito ao uso de uma solução de *software* voltada para melhorar a comunicação/expressão de PCDs, não somente voltada para os recursos tecnológicos envolvidos, mas principalmente para a utilidade que esses recursos podem ter no aprendizado e socialização destes indivíduos.

2. Trabalhos Relacionados

O contexto de tecnologias assistivas vem ganhando cada vez mais relevância e vem sendo mais pesquisado nos últimos anos. Graças a isso, se têm boas pesquisas e aplicações que embasam avanços e apontam necessidades existentes na área. Essa seção foi dividida em duas subseções, o primeiro descreve pesquisas diretamente relacionadas a realizada neste trabalho e a segunda aponta as principais aplicações semelhantes a proposta neste projeto. O foco do mapeamento realizado buscou trabalhos e sistemas que utilizam a união dos contextos de aprendizagem por cenas e CAA.

2.1. Pesquisas e Artigos

A busca por artigos seguiu a metodologia proposta por Kitchenham (2004) para mapeamentos sistemáticos. Nesta subseção são destacados os principais trabalhos obtidos durante o mapeamento.

No trabalho de Alliano et al. (2011) é revisada uma coleção de aplicativos que podem ser usados para atender uma variedade de necessidades de comunicação receptiva e expressiva. Foram analisados 21 aplicativos que utilizam diferentes contextos de fala e/ou texto. É destacada a importância das aplicações possibilitarem diferentes adaptações para os usuários e trabalharem com recursos multimodais.

O estudo de Ganz et al. (2015) investiga o impacto diferencial que a cena visual apresenta versus sistemas tradicionais. Os resultados indicaram que as exibições de cenas visuais podem ter efeitos positivos para crianças que possuem habilidades auditivas e de memória por correspondência. A pesquisa realizada por Drager et al. (2017) também demonstra bons resultados quanto ao uso de abordagens com cenas, tendo todos os participantes demonstrado aumentos na comunicação simbólica.

O trabalho de Holyfield et al. (2019) possibilita que *stakeholders* tirem fotos de cenas e as insiram no contexto da aplicação marcando áreas com informações audíveis. Todos os cinco participantes do experimento demonstraram aumentos acentuados na frequência de seus turnos de comunicação após a intervenção inicial.

2.2. Sistemas e Aplicações

Pelo *software* proposto neste artigo ser uma aplicação para *tablets*, a principal fonte de busca para sistemas e aplicações semelhantes foi a Google Play e a App Store, também se utilizou a busca geral do Google. Nesta subseção são apresentadas as principais aplicações identificadas durante essas buscas.

O *AutisMate*¹ é um aplicativo IOS pago de CAA. Ela permite se comunicar através de cenas que podem incluir vídeos, áudios, símbolos e histórias sociais. Possui 12.000 símbolos incluídos, gravações de voz personalizadas e voz sintetizada. O *GoTalk NOW*² é uma aplicação flexível de CAA, apresenta *layouts* de páginas ajustáveis, navegação personalizada, capacidade de gravação de som, reprodução de texto através de voz sintetizada e bibliotecas de símbolos incluída.

O *Scene Speak*³ é um aplicativo personalizável para iPad que possibilita a criação e exibição de cenas e histórias. Ele permite que uma imagem seja editada com vários “*hot spots*” que descrevem a cena. Imagens com textos podem ser adicionadas a “livros” por tema. O *Scene & Heard*⁴ foi projetado para atender a uma variedade de necessidades da CAA. Possibilita importar fotos e alocar ações para qualquer cena, incluindo áudios, vídeos e símbolos. O usuário é capaz de desenhar suas próprias cenas.

Percebe-se que na maioria dos trabalhos relacionados e aplicativos não há o contexto de coleta de dados de uso para a otimização dos resultados da aprendizagem. Na maioria das aplicações as cenas são utilizadas com conceitos de “*hot spot*”. A aplicação proposta neste estudo, além de possibilitar esse tipo de interação, visa a geração de perguntas automáticas frente ao *input* das cenas e vocabulário dos usuários. O trabalho apresentado ainda utiliza o contexto sintático/semântico do *wh-questions* e das cores para a geração das perguntas. Outro ponto observado é que os aplicativos relacionados geralmente são pagos e/ou restritos para ipads.

A literatura ratifica as vantagens na utilização de conceitos de tecnologias da informação, cenas e CAA no contexto da educação inclusiva. Portanto, unindo as vantagens dessas técnicas e metodologias, essa pesquisa busca imergir na realidade de

¹ <http://www.appyautism.com/en/app/autismate/>

² <https://apps.apple.com/br/app/gotalk-now/id454176457>

³ <https://apps.apple.com/us/app/scene-speak/id420492342>

⁴ <https://apps.apple.com/us/app/scene-heard/id423528276>

diferentes escolas para analisar e validar a ferramenta proposta nas esferas de utilidade e usabilidade para PCDs com alguma dificuldade de comunicação.

3. Metodologia

O processo metodológico dessa pesquisa tem início diante da necessidade observada de melhorias para a educação inclusiva. Essa observação foi feita por contatos e entrevistas com professores e monitores do Atendimento Educacional Especializado (AEE), em que foi apontado um grande déficit em soluções para atender as demandas necessárias. Pesquisas também mostram que a utilização de *softwares* apresenta bons resultados no processo de aprendizagem para PCDs [Alliano 2011]. Baseado na relevância desta temática, busca-se propostas de soluções que atendam às necessidades apontadas.

Dada a ideia da pesquisa, foi realizado um mapeamento sistemático seguindo a metodologia proposta por Kitchenham (2004), para levantar o estado da arte e das técnicas existentes quanto a área a qual se deseja atuar, CAA e computação. Essa pesquisa é fundamental para validar a relevância, ou não, das soluções que estão sendo propostas e pensadas e foi a partir dela que pode-se extrair as principais necessidades da área e *insights* para o desenvolvimento da solução proposta neste trabalho.

Percebe-se frente ao levantamento da literatura e as entrevistas com profissionais do AEE uma lacuna principalmente quanto a *softwares* customizáveis e dinâmicos. Por esse motivo, algumas vezes, profissionais da área optam por usar abordagens com cartões de papel, ao invés do *tablet*, pois conseguem adaptar com maior facilidade os pictogramas para as necessidades dos usuários. Também pode-se perceber que em alguns artigos não há no processo de desenvolvimento validações com *stakeholders*. Outro ponto observado é que hoje poucas das soluções ofertadas fazem uso de recursos computacionais mais complexos, como algoritmos de aprendizagem de máquina que utilizem os dados da aplicação para automatizar processos de aprendizagem.

Dadas as observações e entrevistas, a ideia da pesquisa foi definida para: Um aplicativo multimodal e multiplataforma que possibilite o cadastro de cenas e descrições (com pictogramas embasados no vocabulário do usuário) e que gere perguntas e possibilidades de respostas de forma automática para os usuários com base no contexto semântico das *wh-questions*. O aplicativo aprende e se adapta ao usuário, buscando maximizar sua experiência e aprendizado. A construção da interface da aplicação levou em consideração as métricas e políticas de acessibilidade do Modelo de Acessibilidade Brasileiro (eMAG), bem como preceitos básicos da CAA e da psicopedagogia.

A solução foi implementada utilizando-se diferentes linguagens. O *back-end* foi desenvolvido em Python, utilizando como principais bibliotecas o NLTK, Spacy e o Keras, a persistência utilizou o MongoDB e os *endpoints* foram estabelecidos via Flask. Já o *front-end*, visando a um comportamento multiplataforma facilitado, foi desenvolvido com tecnologias *web* padrões, HTML, CSS e javascript, isso possibilitou um *deploy* facilitado da aplicação para o Android, via Cordova e para *web*. A Figura 1 descreve o fluxo de uso de um usuário “administrador”, responsável pelo cadastro das cenas e suas descrições. A Figura 2 ilustra o fluxo de uso do usuário.

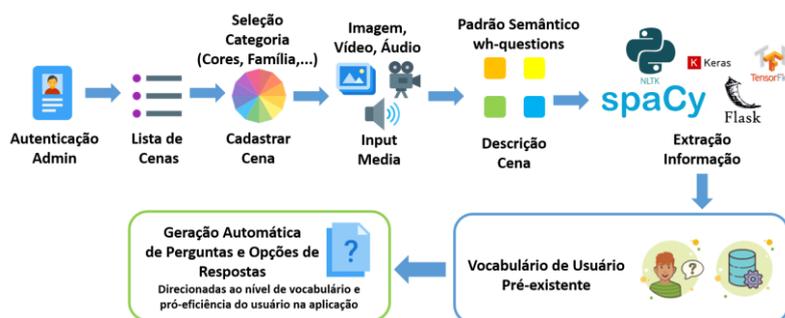


Figura 1. Fluxo de uso padrão de um usuário administrador na aplicação

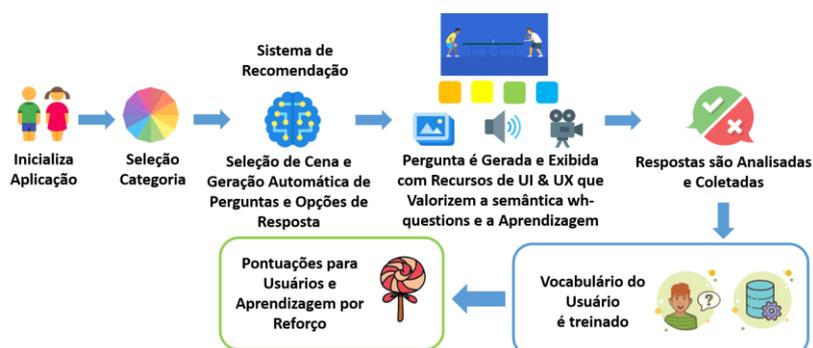


Figura 2. Fluxo de uso padrão de um usuário da aplicação

Na literatura, é possível identificar diversas teorias que tentam prever o impacto, usabilidade e utilidade de tecnologias no comportamento humano, alguns estudos comparativos demonstram bons resultados na utilização de abordagens com o TAM para este fim [Lai 2017]. O modelo TAM foi projetado para compreender a relação causal entre variáveis externas de aceitação dos usuários e o uso real da tecnologia, buscando entender o comportamento destes usuários através do conhecimento da utilidade e da facilidade de utilização percebida por eles [Davis et al. 1989].

Davis et al. (1989) define os dois principais determinantes do modelo TAM da seguinte maneira: (I) Utilidade percebida: Grau em que uma pessoa acredita que o uso de um sistema pode melhorar o seu desempenho; (II) Facilidade de uso percebida: É o grau em que uma pessoa acredita que o uso de um sistema será livre de esforço.

O TAM foi aplicado neste estudo em três escolas de Pernambuco, sendo uma pública municipal, situada na zona rural, uma pública estadual e uma privada. O TAM abrangeu a análise de 16 professores, 5 monitores, 10 pais, 3 coordenadores e 2 psicopedagogos. Os questionários aplicados foram embasados na escala de Likert, uma escala de resposta psicométrica. Uma vantagem do uso desta escala é que ela fornece direções sobre o entendimento do respondente em relação as afirmações. Sendo assim, pode-se classificar como: Discordo plenamente; Discordo parcialmente; Nem concordo nem discordo; Concordo parcialmente; Concordo plenamente.

Além da opinião sobre as afirmações de cada grupo também se buscou alguns dados pessoais e a permissão para publicação dos dados consolidados do TAM nesta pesquisa. Dados como: Nome Completo; E-mail; Atuação; Anos de experiência foram coletados visando até uma segunda opinião futura desses profissionais quanto a ferramenta proposta. Outras três perguntas embasaram a pesquisa antes das afirmativas do TAM: (I) Você utiliza ou já utilizou alguma ferramenta de CAA como

técnica/ferramenta terapêutica ou de ensino?; (II) Você já utilizou o contexto de cenas como ferramenta?; (III) Você já utilizou alguma ferramenta de *software* voltada para a CAA?. As afirmativas analisadas do TAM foram divididas entre os seus 3 grupos propostos: Utilidade Percebida; Facilidade de Uso Percebida; Variáveis Externas. As Tabelas 1, 2 e 3 detalham essas afirmativas em relação a esses grupos respectivamente.

Tabela 1. Detalhamento Utilidade Percebida

Definição	Questões/Afirmativas
Grau em que uma pessoa acredita que utilizar o <i>Scene Board</i> irá melhorar o desempenho na comunicação.	(I) Utilizar o <i>Scene Board</i> é importante e adiciona valor a aprendizagem via CAA. (II) O <i>Scene Board</i> é útil para geração de perguntas automáticas. (III) O <i>Scene Board</i> torna o processo de aprendizagem mais interessante. (IV) O <i>Scene Board</i> pode melhorar o desempenho dos alunos. (V) A geração de perguntas com base no vocabulário e acertos dos alunos é útil. (VI) O <i>Scene Board</i> pode ser uma importante ferramenta para a CAA nas escolas brasileiras.

Tabela 2. Detalhamento facilidade de Uso Percebida

Definição	Questões/Afirmativas
Grau em que uma pessoa acredita que utilizar o <i>Scene Board</i> não envolverá esforço.	(I) Eu utilizaria o <i>Scene Board</i> se fosse mais fácil usá-lo. (II) Usar o <i>Scene Board</i> facilita a realização do meu trabalho. (III) Usar o <i>Scene Board</i> é uma boa ideia. (IV) Trabalhar com o <i>Scene Board</i> é agradável. (V) Os alunos vão gostar de usar o <i>Scene Board</i> .

Tabela 3. Detalhamento Variáveis Externas

Definição	Questões/Afirmativas
As variáveis externas fornecem uma melhor compreensão do que influencia a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida	(I) Houve treinamento na utilização do <i>Scene Board</i> . (II) Aprender a usar o <i>Scene Board</i> foi difícil para mim. (III) Eu frequentemente me confundo ao utilizar o <i>Scene Board</i> .

Dados os resultados obtidos com a aplicação do TAM pode-se perceber uma validação quanto a relevância da ferramenta proposta. Aspectos enriquecedores que vieram a somar na qualidade da solução final proposta também foram sugeridos pelos *stakeholders*. A equipe do projeto também ficou satisfeita com o uso da metodologia TAM, pois pode-se ter uma análise não só quanto a utilidade da ferramenta proposta, mas também quanto a usabilidade, algo muito relevante para PCDs. A próxima seção apresenta os principais resultados e discussões obtidos nesta pesquisa.

4. Resultados e Discussões

Este estudo possibilitou a coleta de resultados interessantes, oriundos dos diferentes grupos de análise do TAM. Porém, aqui serão ilustrados e discutidos os resultados considerados como mais relevantes. Como macro contribuições desta pesquisa pode-se destacar a ferramenta proposta, bem como seus recursos, funcionalidades e algoritmos idealizados, que serão aqui apresentados em uma subseção. A outra contribuição está quanto a análise desta ferramenta e de seus recursos em relação a utilização do TAM, estes resultados serão apresentados em outra subseção.

4.1. *Scene Board*

O *Scene Board* é a aplicação desenvolvida e proposta neste projeto. Basicamente é um aplicativo multiplataforma, mas com indicação de uso para *tablets*, que visa ser uma ferramenta facilitadora para a aprendizagem de recursos de comunicação para PCDs. O *Scene Board* visa a utilização de recursos multimodais e de aprendizagem de máquina para maximizar a experiência de aprendizado do usuário com necessidades especiais.

A Figura 3 (a) ilustra a tela de cadastro de cenas. Através de um *login* o administrador pode cadastrar cenas (Imagens, Vídeos ou áudios), então é solicitada uma descrição para a cena, o formato para inserção da descrição da cena é baseado no *wh-questions*, onde o usuário informa quem está na cena, o que está fazendo e assim sucessivamente. Sempre que se clica em um *input* de uma *wh-questions* são sugeridas para o usuário administrador pictogramas representantes desse grupo que estão, ou não, no vocabulário do usuário final. O usuário administrador ainda consegue cadastrar uma cor representante para cada grupo de *wh-questions*. Ao salvar uma cena com a sua descrição o sistema consegue automaticamente gerar perguntas e opções de resposta com base nos *wh-questions*. Com isso é possível questionar o usuário sobre diferentes aspectos da cena, analisando distintos valores semânticos envolvidos na situação.

A Figura 3 (b) ilustra a tela do *quiz* gerado dinamicamente para o usuário final. É possível selecionar uma categoria a qual deseja aprender (cores, família, objetos, dentre outras), como base nisto, a aplicação seleciona uma cena e gera dinamicamente perguntas e distratores sobre ela. Na Figura 4 são ilustradas por caixas de som regiões onde há interação por voz com o usuário. O lado esquerdo da tela ilustra a descrição e a cena selecionada. O lado direito destaca no topo a pergunta, a cor representante para a *wh-question* escolhida, facilitando o entendimento semântico do usuário, e as opções de resposta. Com base no acerto, ou erro, do usuário, o sistema analisa e pesa via combinação linear o vocabulário existente e as próximas perguntas que serão geradas.

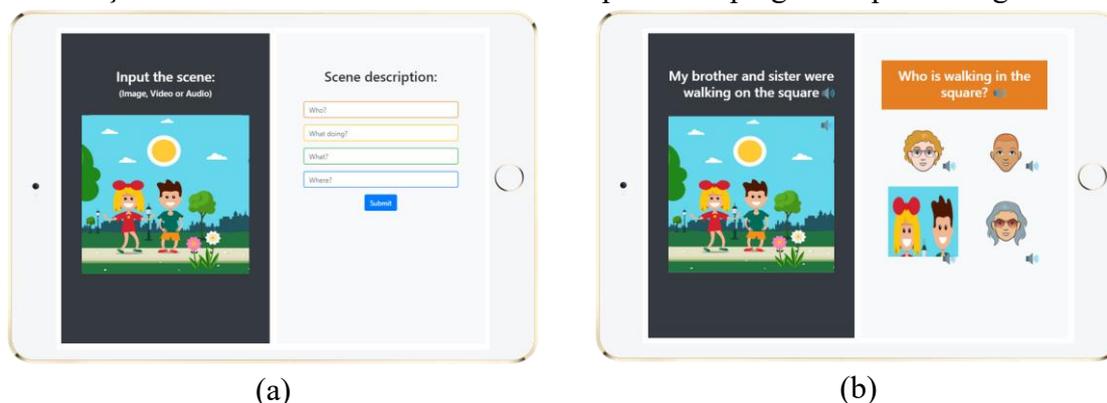


Figura 3. Aplicativo com a visão do administrador (a) e do usuário final (b)

4.2. TAM x *Scene Board*

Ao detalhar os perfis por escolas se tem: Escola 1 (Pública zona rural): 5 professores, 2 monitores, 4 pais e 1 coordenador; Escola 2 (Pública): 4 professores, 1 monitor, 3 pais e 1 coordenador; Escola 3 (Privada): 7 professores, 2 monitores, 3 pais, 1 coordenador e 2 psicopedagogos. Totalizando 36 pessoas envolvidas na análise das dimensões do TAM. Desses, a média de tempo de experiência na área foi de 8,5 anos. Foi verificado que 83% dos participantes (30) já utilizaram alguma técnica ou ferramenta da CAA. Destes, 58% (21), já utilizaram abordagens baseadas em cenas. Em relação ao uso de soluções de *softwares* para a CAA, 42% (15) afirmaram já ter utilizado alguma.

Quanto a dimensão de “Utilidade percebida”, foi observado que na escola privada e na pública, ambas da região metropolitana do Recife, foi unanimidade a aceitação pela ferramenta e pela importância que ela pode vir a agregar com usos diários em sala de aula e em casa. Porém, na escola situada na zona rural, se percebeu uma

menor aceitação. Dos 12 *stakeholders*, 42% (5), acham a ferramenta interessante, mas que não seria viável para o aprendizado no dia a dia. Percebe-se que essa não aceitação é relacionada a necessidade de se ter um *tablet*, computador ou *smartphone* para usar a ferramenta. O uso desses recursos ainda é distante da realidade vivenciada na escola.

Na facilidade de uso percebida pode-se coletar importantes *feedbacks* para melhoria da aplicação. Dos 24 profissionais das escolas privada e pública da região metropolitana, pode-se perceber que 78% (19) afirmaram que a ferramenta é usual e agradável, os demais pontuaram algumas ressalvas que foram ajustadas na aplicação. A usabilidade foi outro ponto destacado como divergente ao se analisar os resultados da escola situada da zona rural, 58% (7) dos *stakeholders* apontaram que haveria dificuldade no uso da ferramenta. Isso foi destacado principalmente pelo fato de que muitos pais e alunos não têm contato/acesso com as tecnologias utilizadas e necessárias para o uso da aplicação, o que inviabilizaria totalmente o seu uso.

Quanto as variáveis externas, em ambos os ambientes escolares as métricas coletadas quanto ao treinamento foram positivas. Após a realização do treinamento os *stakeholders* apontaram que conseguiam utilizar a ferramenta por conta própria. Só 11% (4) dos 36 acharam difícil aprender a usar a ferramenta.

Em suma, o *Scene Board* foi bem aceito pelos *stakeholders* e apresentou bons resultados quanto a índices de utilidade e de usabilidade. Suas funcionalidades de geração de perguntas automáticas e de aprendizagem por reforço também foram bastante elogiadas. Os resultados negativos recebidos foram oriundos de limitações apresentadas pela escola situada na zona rural. Porém, a equipe acredita que com a compra de *tablets* e com o devido treinamento a ferramenta também alcançaria bons resultados na realidade da escola.

5. Conclusões

A educação inclusiva preza por assegurar o acesso a uma educação de qualidade para todos os alunos, atendendo efetivamente às suas diversas necessidades de uma forma receptiva, respeitosa e solidária [Mrech 1998]. Era fundamental para a equipe deste projeto que o público alvo estivesse envolvido na validação da ferramenta proposta, garantindo que a solução final realmente seja útil, usual e viável. Para isso, o uso do TAM trouxe resultados positivos quanto a análise e validação da ferramenta, possibilitando seu detalhamento em diferentes aspectos de usabilidade e utilidade.

Nessa perspectiva foi possível observar que os resultados obtidos com o TAM destacam que o uso da *Scene Board* pode trazer resultados significativos para a melhora no aprendizado de PCDs. A pesquisa envolveu diferentes realidades de escolas e pode-se perceber que o uso de aplicativos realmente traz ganhos para o aprendizado, porém, nem sempre se alcança os resultados esperados devido a aspectos de utilidade, viabilidade e usabilidade que devem ser avaliados.

A colaboração desta pesquisa parte da solução de *software* proposta para a CAA que apresenta para a comunidade recursos computacionais que podem ser utilizados visando a maximização do aprendizado. Mas não se resume a isso, a metodologia aplicada possibilitou uma imersão para análise e compreensão do comportamento humano em relação a usabilidade e utilidade da ferramenta. Logo, a maior colaboração

está em se realizar um estudo que possa vir a ser útil para ajudar no aprendizado e socialização de PCDs.

Como trabalhos futuros espera-se expandir as funcionalidades do aplicativo, o deixando mais dinâmico e adaptável. Uma funcionalidade interessante pode ser a geração automática da descrição da cena quando inserida na aplicação. Também seria interessante aplicar o TAM em mais escolas e com mais profissionais como psicólogos, terapeutas e fonoaudiólogos. Por fim, espera-se futuramente disponibilizar a aplicação gratuitamente para a comunidade e em diferentes plataformas, Android, IOS e *web*.

Referências

- Alliano, A., Herriger, K., Koutsoftas, A. D., & Bartolotta, T. E. (2012). A review of 21 iPad applications for AAC purposes. *Perspectives on AAC*.
- ASHA. (2018). *American Speech-Language-Hearing Association*. Disponível em: <<http://www.asha.org/>>.
- Brasil. (1996) Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96. Brasília: MEC.
- Brown, R. (1968). The development of wh questions in child speech. *Journal of verbal learning and verbal behavior*.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*.
- Drager, K. D., Light, J., Currall, J., Muttiah, N., Smith, V., Kreis, D., Wiscount, J. (2017). AAC technologies with visual scene displays and “just in time” programming and symbolic communication turns expressed by students with severe disability. *Journal of Intellectual & Developmental Disability*.
- Ganz, J. B., Hong, E. R., Gilliland, W., Morin, K., & Svenkerud, N. (2015). Comparison between visual scene displays and exchange-based communication in AAC for children with ASD. *Research in Autism Spectrum Disorders*.
- Holyfield, C., Caron, J. G., Drager, K., & Light, J. (2019). Effect of mobile technology featuring visual scene displays and just-in-time programming on communication turns by preadolescent and adolescent beginning communicators. *IJSLP*.
- IBGE (2010) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>.
- Johnson, R. M. (1987). *The picture communication symbols*. Mayer-Johnson.
- Júnior, G. C., Nascimento, R., Carneiro, N., & Lima, R. (2018). Design Thinking & CAA como ferramentas para o ensino e auxílio de professores do AEE. SBIE.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University, 33(2004)*, 1-26.
- Lai, P. C. (2017). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology. *JISTEM*.
- Mrech, L. M. (1998). O que é educação inclusiva. *Revista Integração*.
- UNESCO. (2019). Inclusion in education. Disponível em: <<https://bit.ly/2K5kx1N>>.