

Using Augmented Reality in the Development of Literacy for Students with Special Educational Needs

Dayane Rosas de Souza
Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia - ICET
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Itacoatiara-AM, Brasil
dayanerosas@gmail.com

Bruno Araújo Bonifácio
Samsung Instituto de Desenvolvimento para a Informática da
Amazônia (SIDIA)
Manaus-AM, Brasil
bruno.ab@samsung.com

Genarde Macedo Trindade
Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara - CESIT
Universidade do Estado do Amazonas - UEA
Itacoatiara-AM, Brasil
genardemacedo@gmail.com

Priscila Silva Fernandes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas –
Campus Distrito Industrial (IFAM/CMDI)
Manaus-AM, Brasil
priscila.fernandes@ifam.edu.br

Abstract— This paper introduces the use of a mobile application based on Augmented Reality technology. This research aims to collaborate with the process of literacy development and to promote the technological inclusion of students with Special Educational Needs. The results of the conducted study show that the mobile application can contribute as a pedagogical tool in teaching literacy students with Educational Educational Needs.

Palavra-chave— aplicativo mobile; Realidade Aumentada; alfabetização; alunos com Necessidades Educativas Especiais

I. INTRODUÇÃO

As mudanças vêm ocorrendo diariamente na sociedade, principalmente no que se refere à inovação de recursos tecnológicos. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) vem sendo utilizadas como ferramenta facilitadora e servindo como instrumento importante para apoiar as práticas pedagógicas [1]. Uma tecnologia que tem ganhado espaço no âmbito educacional é a Realidade Aumentada (RA). Essa tecnologia inovadora possibilita a combinação de objetos virtuais ao mundo real, adotando técnicas de visão computacional [2].

Dentre os diversos recursos tecnológicos educacionais existentes, pode-se apontar a RA como uma das tecnologias que podem auxiliar na construção do conhecimento, permitindo a interatividade ao usuário oferecida pelos dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*. Além disso, a RA possui um custo acessível em relação à utilização dos equipamentos tecnológicos para o desenvolvimento e utilização de aplicações *mobile*, facilitando sua adoção como tecnologia que pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem [3].

Na educação são indispensáveis condições especiais para estimular adequadamente o processo de aprendizado de pessoas com Necessidades Educativas Especiais (NEE), mas especificamente alunos com Síndrome de Down (SD) ou com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A SD se caracteriza por uma alteração genética. Embora o aluno com SD apresente algumas dificuldades no processo de aprendizagem, eles podem realizar atividades do dia a dia da mesma forma que

outra pessoa que não possui a síndrome [4]. O TEA é a condição do desenvolvimento neurológico que aparece nos três primeiros anos de vida da criança. As principais características do Transtorno do Espectro Autista é a dificuldade para se relacionar e se comunicar com outras pessoas, o padrão de comportamento é restritivo e repetitivo [5]. Dessa forma, o uso de recursos tecnológicos para alunos com NEE torna-se uma ferramenta indispensável no sentido que pode estimular e facilitar a produção dos conhecimentos culturalmente construídos e que se encontravam fora do alcance desse público [6].

Nesta pesquisa foi utilizado um aplicativo *mobile* baseado na tecnologia de Realidade Aumentada, chamado alfabetizarAR [19]. O aplicativo alfabetizarAR visa colaborar com as práticas pedagógicas no processo de alfabetização de alunos com Necessidades Educativas Especiais. A principal razão de se utilizar a RA para aprendizes com NEE é que a utilização dessa tecnologia pode estimular e facilitar a aquisição do conhecimento por parte do aluno, além de ajudar o docente em suas práticas pedagógicas. Nesse sentido, esse recurso tecnológico torna-se eficaz por possuir a capacidade de exibir objetos, com muitos detalhes, facilitando a assimilação do conteúdo [1]. O estudo visou colaborar com as práticas pedagógicas no processo de alfabetização de alunos com Necessidades Educativas Especiais por meio do aplicativo alfabetizarAR.

O restante deste artigo está organizado da seguinte maneira: as Seções 2, 3 discorrem sobre conceitos importantes para esta pesquisa, como aplicativos de Realidade Aumentada voltados para educação, e aprendizado de alunos com necessidades educativas especiais, respectivamente. A Seção 4 lista os trabalhos relacionados. A Seção 5 descreve o aplicativo alfabetizarAR, utilizado no estudo apresentado. A Seção 6 descreve a metodologia utilizada na pesquisa, à condução do estudo e os resultados. Finalmente a Seção 7 apresenta as conclusões e perspectivas futuras.

II. OS APLICATIVOS EDUCATIVOS DE REALIDADE AUMENTADA

A informática na educação é uma área onde os recursos computacionais são utilizados para auxiliar nas atividades

didáticas em diferentes níveis educacionais. Por isso, a informática na educação torna-se uma abordagem importante no incentivo a novas descobertas, tanto do aluno quanto do professor, além de estimular a construção do conhecimento de forma mais agradável e interativa [7].

Os aplicativos educacionais, na sua maioria, oferecem atividades lúdicas, sendo um recurso envolvente e colorido, estimulando a curiosidade e o aprendizado de maneira divertida [8]. Os aplicativos estimulam o raciocínio e motivam a busca de novos conhecimentos, fornecendo aos alunos um olhar diversificado dos conteúdos didáticos, pois permitem o aprendizado de forma dinâmica [9].

A tecnologia de Realidade Aumentada (RA) é uma área da computação que se adequa a qualquer tipo de aprendizagem móvel, completando informações nas atividades como jogos ao ar livre, passeios no museu, galerias e entre outras [2]. Nesse sentido, a mobilidade torna-se presente onde o aluno estiver e os dispositivos móveis podem auxiliar na criação de experiências de aprendizagem móvel [10]. A RA no âmbito escolar permite uma nova experiência ao aluno e o faz interagir com ambientes virtualizados sem a necessidade de possuir grandes conhecimentos em informática, possibilitando uma visão do mundo real em ambientes virtuais, uma vez que essa ferramenta tecnológica possibilita a inserção de objetos virtuais no ambiente real [11]. Algumas vantagens fundamentais utilizadas na tecnologia de RA para fins educacionais é a motivação dos estudantes, baseada principalmente na experiência vivenciada no dia a dia desses alunos, uma vez que permite que os objetos sejam vistos com muitos detalhes.

III. APRENDIZADO DE ALUNOS COM SÍNDROME DE DOWN OU COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

A Síndrome de Down (SD) acarreta no indivíduo um atraso em todas as áreas do desenvolvimento, entretanto, não há um padrão pré-definido de desenvolvimento da pessoa com essa síndrome, pois o desenvolvimento cognitivo não depende especificamente da alteração cromossômica, mas da influência que a sociedade pode exercer na vida da pessoa com SD [5].

Por meio de estimulações adequadas e de acordo com as necessidades de cada um, o aluno com SD consegue desenvolver de forma satisfatória seu processo cognitivo, visto que o desenvolvimento das pessoas com SD é semelhante ao de pessoas sem a síndrome, as etapas de aprendizado são atingidas, embora em um ritmo mais lento [12]. Além disso, indivíduos com SD desenvolvem diferentes maneiras para manifestar sua capacidade de abstração e simbolização [13].

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) se caracteriza por alterações presentes desde a infância de algumas crianças, onde ocorre um impacto múltiplo e variável em áreas do desenvolvimento cognitivo humano, como comunicação, interação social, aprendizado e capacidade de adaptação [5]. O indivíduo com autismo possui dificuldade em utilizar os aspectos da linguagem verbal ou não verbal. Em relação à socialização e evidencia-se a dificuldade de relacionar-se [14].

Todas estas dificuldades comprometem o processo de aprendizagem da pessoa com autismo, tornando o ensino uma

tarefa desafiadora. Apesar dos comprometimentos cognitivos que o autismo acarreta, acredita-se que utilizando recursos e métodos adequados, elaborados de acordo com as necessidades específicas do aluno com TEA, seja possível prover o ensino desses alunos [15]. Muitas abordagens estão presentes na literatura com este propósito, trabalhando carências específicas no autista. Apesar da limitação existente em muitos modelos, resultados animadores têm sido registrados principalmente no que se refere ao uso de recursos tecnológicos para esse público.

IV. TRABALHOS CORRELATADOS

Com base na Informática na Educação, alguns trabalhos científicos serviram como suporte para realização desta pesquisa. Esses estudos estão relacionados a aplicativos educativos e alguns utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada no contexto educacional para alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE).

O trabalho “ABC AUTISMO: Aplicativo móvel para auxiliar na alfabetização de crianças com autismo baseado no Programa TEACCH” [16] o aplicativo foi desenvolvido para dispositivos que utilizam o sistema operacional *Android*, com o objetivo principal de auxiliar no processo de alfabetização de crianças autistas. O aplicativo adere ao programa Tratamento e Educação para Autistas e Crianças com Déficits de Relacionamento com a Comunicação (TEACCH) [16]. O programa TEACCH trata-se de uma das abordagens mais utilizadas para o tratamento de alunos com autismo, que engloba áreas do atendimento educacional e clínico, trata-se de uma abordagem transdisciplinar, pois utiliza a metodologia psicoeducativa [17].

A referência “Aplicação de Realidade Aumentada Móvel para Apoio à Alfabetização de Crianças com Autismo” [5], trata-se da elaboração de uma aplicação móvel com base na RA para apoiar a alfabetização de crianças com autismo. O aplicativo tem como objetivo ajudar as crianças com dificuldades de alfabetização, relacionando as imagens que são apresentadas no mundo real, no formato 3D (tridimensional) [5]. O aplicativo possui seis opções de itens para estudo: letras, sílabas, palavras, números, animais e frutas. Após o usuário selecionar a opção desejada, a aplicação móvel exibe a imagem tridimensional em um marcador para facilitar a visualização do objeto no ambiente.

O trabalho “ABCÊ Bulir: Software para o auxílio no Processo de Alfabetização e Desenvolvimento Cognitivo de Crianças com Síndrome de Down” [18] trata-se de uma aplicação para *desktop*. O software permite ao usuário visualizar as tarefas de forma dinâmica, podendo realizar as atividades proposta na aplicação. O software é composto por três módulos, dos quais dois são para execução de conteúdo educacional. O objetivo do software é auxiliar o docente no ensino dos conteúdos educacionais básicos como alfabeto, sílaba e palavras. As atividades propostas no trabalho consistem em apresentar ao aluno com Síndrome de Down recursos animados com áudio e imagens lúdicas. Para a verificação de aprendizagem é necessário que o docente

observe o movimento correto utilizado pelo aluno no momento do encaixe das imagens nos respectivos moldes [18].

A Tabela I apresenta o comparativo entre o aplicativo alfabetizAR, proposto na pesquisa, com as aplicações dos trabalhos correlatados para alunos com NEE. A análise comparativa das aplicações foi realizada utilizando a técnica *feature analysis*. Esta técnica objetiva comparar tecnologias específicas de forma qualitativa, utilizando critérios específicos [20]. Foram considerados os seguintes critérios: (1) as aplicações utilizam áudio; (2) é voltada para a alfabetização de alunos com NEE; (3) a aplicação é *mobile*, o critério *mobile* foi escolhido a fim de que os alunos utilizem o alfabetizAR tanto na escola, quanto em casa; (4) utiliza a tecnologia de RA; (5) foi avaliada com o público alvo. O “X” significa que as aplicações atendem os critérios estabelecidos no estudo. Dessa forma, é possível perceber que o alfabetizAR (aplicativo proposto nesta pesquisa) atendeu todos os critérios.

TABELA I. *FEATURE ANALYSIS* DAS APLICAÇÕES EDUCACIONAIS

Aplicações	Áudio	Alfabetização de alunos com NEE	Mobile	RA	Avaliada
ABC AUTISMO [16]		X	X		X
RA Móvel [5]	X	X			X
ABCÊ Bulir [18]	X	X			X
alfabetizAR [19]	X	X	X	X	X

V. APLICATIVO *MOBILE* ALFABETIZAR

O recurso utilizado na pesquisa trata-se de um aplicativo *mobile* que utiliza a tecnologia de Realidade Aumentada denominado alfabetizAR [19]. Tal recurso foi desenvolvido e implementado pelos autores, tendo como base uma revisão detalhada da literatura juntamente com um conjunto de informações elicitada por meio de entrevistas com *skateholders* em uma instituição de ensino para alunos com NEE.

Para o desenvolvimento o aplicativo alfabetizAR foi adotado o modelo de protótipo evolucionário, visando refinar o aplicativo durante a implementação. Alunos com Necessidades Educativas Especiais e os professores podem utilizar o aplicativo por meio de *smartphone* ou *tablet* que possua sistema operacional *Android* [19].

Assim, o objetivo principal do aplicativo alfabetizAR é apoiar o processo de alfabetização de alunos com Necessidades Educativas Especiais, permitindo que os alunos vejam objetos bidimensionais relacionados às letras do alfabeto. Além disso, o aplicativo permite que os alunos possam ouvir o áudio correspondente à letra e à palavra do objeto apresentado no ambiente. Os objetos apresentados são imagens reais e estão de acordo com objetos familiares do dia a dia desses alunos, permitindo que o aluno com NEE tenha uma melhor assimilação e aprendizado do conteúdo.

Nesse contexto, essa ferramenta tecnológica é um recurso pedagógico que pode auxiliar os alunos com NEE e os professores desses alunos. O aplicativo possui um botão áudio onde o aluno pode clicar quantas vezes necessárias para que possa associar a palavra, a letra e objeto sobreposto, tornando o aprendizado mais intuitivo e dinâmico, estimulando os sentidos do aluno, tanto visual quando auditivo [19].

A Figura 1(a) ilustra a tela inicial do aplicativo, bem como, suas principais funcionalidades (1) Botão Iniciar: No botão Iniciar o usuário poderá acionar a câmera de Realidade Aumentada, após ligar a câmera de RA, o usuário deverá colocar o marcador diante da câmera do *smartphone* ou *tablet*, para que o mesmo possa ver os objetos bidimensionais do respectivo marcador; (2) Botão Menu: Ao clicar no botão Menu o usuário será direcionado a tela que contém os botões Sobre; Autores; Ajuda; Marcadores. (3) Botão Sair: Ao acionar o botão Sair, o usuário sairá do aplicativo. A Figura 1 (b) mostra a tela com botões que serão direcionados para a tela Sobre: Nessa tela contém informações do aplicativo alfabetizAR; Ajuda: Na tela de ajuda, contém instruções de como utilizar corretamente o aplicativo; Autores: contém informações dos desenvolvedores do alfabetizAR; e Marcador: Na tela de marcador o usuário poderá realizar o *download* dos marcadores por meio do *Google Drive* [19].



Figura 1. (a) Tela inicial do aplicativo alfabetizAR (b) Tela de Menu do aplicativo alfabetizAR. Adaptado de [19]

A Figura 2 mostra algumas letras, palavras e objetos 2D sobrepostos ao usuário quando o botão Iniciar do aplicativo é acionado. Após a iniciação da câmera RA do alfabetizAR, o usuário deve colocar o marcador diante da câmera do *smartphone*, o dispositivo por sua vez reconhecerá as características do marcador cadastrado no banco de dados do aplicativo *mobile* e em seguida o objeto será sobreposto de acordo com o marcador reconhecido. Na tela de RA, contém os botões Voltar (volta para tela inicial), Sair (sai do aplicativo) e Áudio (nesse botão o usuário poderá ouvir novamente o áudio correspondente à letra e ao objeto sobreposto), além disso, o usuário poderá aumentar ou

diminuir o tamanho do objeto por meio de *zoom* usando os próprios dedos na tela o aplicativo alfabetizAR.

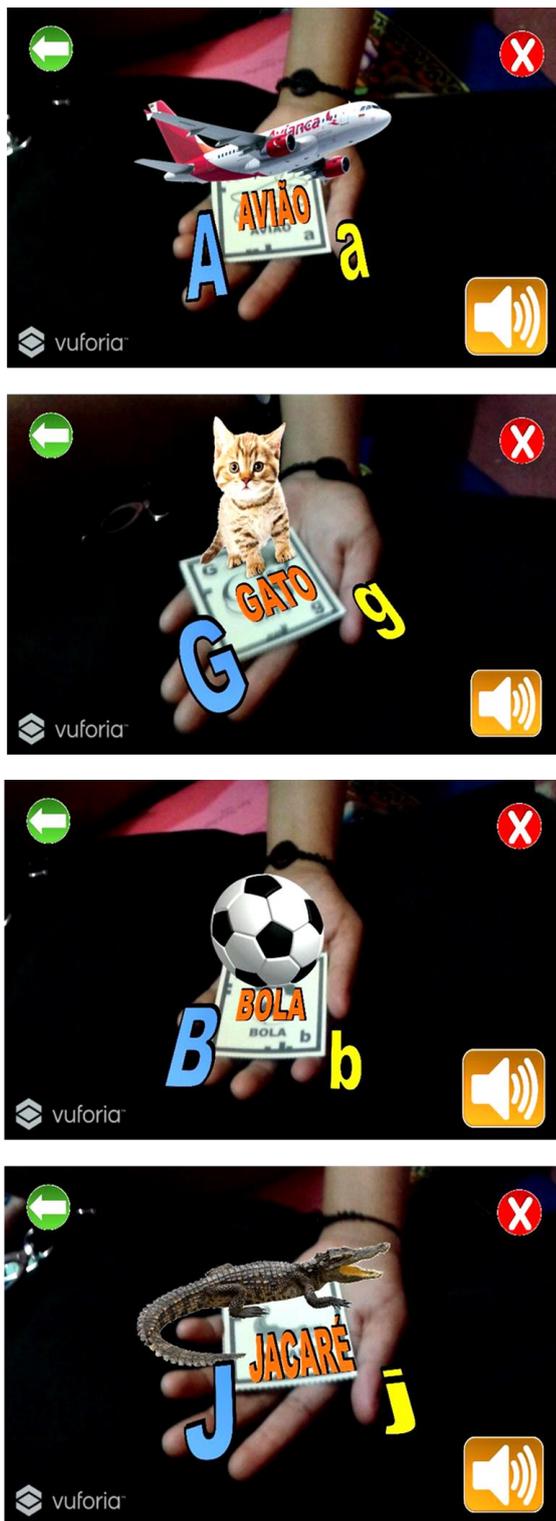


Figura 2. Utilização do aplicativo alfabetizAR - Objetos 2D sobrepostos ao usuário em ambiente real

VI. RECURSOS METODOLÓGICOS E FASES DA PESQUISA

A metodologia utilizada nesta pesquisa baseia-se em um estudo experimental qualitativo que propõe verificar a qualidade e a viabilidade de um software educacional, como: (i) A motivação oferecida para os alunos; e (ii) Se promove um aprendizado lúdico, prazeroso. [21]. Com uso de aplicativos educacionais espera-se motivar os alunos NEE, fixar conhecimentos, possibilitar o desenvolvimento cognitivo, proporcionar a aprendizagem por descoberta, levar o aluno a ter novas experiências e favorecer a socialização dos alunos. A abordagem utilizada no estudo possui quatro etapas, sendo: (1) Revisão da Literatura; (2) Planejamento do Estudo; (3) Execução do Estudo e (4) Análise dos Resultados.

(1) Revisão da Literatura: Nesta etapa, foram buscadas fundamentações teóricas acerca dos assuntos abordados nessa pesquisa em Anais de Congressos, *Workshops* e Conferências de informática na educação e repositórios digitais, para que fomentasse a elaboração do estudo. Essa etapa da pesquisa foi realizada com o objetivo de desenvolver um estudo da literatura sobre novas abordagens pedagógicas no ensino de alfabetização, conforme foram apresentados na Seção 4. Para buscar trabalhos na *web* foram utilizadas as seguintes *strings*: aplicativos para alunos com necessidades educativas especiais, o aprendizado do aluno com Síndrome de Down, o aprendizado do aluno com o Transtorno do Espectro Autista, aplicativos educativos para alfabetização.

(2) Planejamento do Estudo: Nessa etapa da metodologia foi elaborado o planejamento do estudo, com o intuito de organizar as atividades desenvolvidas na pesquisa, dessa forma, as etapas do planejamento ficaram divididas em seis fases:

(a) Definição do local da pesquisa: O local definido foi a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) na cidade de Itacoatiara no estado do Amazonas, essa instituição trabalha com alunos que possuem necessidades educativas especiais, ou seja, o estudo foi realizado em um ambiente real e na hora da aula, visto que a ideia era verificar se aplicativo alfabetizAR pode apoiar o ensino dos alunos;

(b) Autorização para realizar o estudo na escola: Após a definição do local solicitou-se autorização da direção da escola para aplicar a pesquisa experimental com os alunos NEE (alunos com SD e alunos com TEA). Foi autorizado pela direção aplicar o estudo com 13 alunos da sala do Projeto, Dança, Coral e Arte do turno vespertino, com faixa etária de 18 a 46 anos de idade;

(c) Definição do tempo de duração do estudo: Ficou definido que o experimento fosse realizado durante uma tarde de aula, sendo que cada aluno ficaria usando o aplicativo de 5 a 10 minutos;

(d) Definição dos recursos tecnológicos utilizados na pesquisa: Definiu-se que, para a realização do estudo com os alunos seriam necessário *smartphones* e *tablets*, para isso os pesquisadores disponibilizaram quatro *smartphones*, dois *tablets* e 24 marcadores contendo alfabeto;

TABELA II. CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Aluno	Sala de Aula	Idade	Diagnóstico
1	Projeto Dança, Coral e Arte – Vespertino	18 a 46 anos	SD
2			SD
3			SD
4			TEA
5			TEA
6			TEA
7			TEA
8			SD
9			SD
10			TEA
11			SD
12			SD
13			TEA

(e) Caracterização do participante: Essa etapa foi realizada a fim de identificar se os alunos não eram alfabetizados, e verificar qual aluno tinha Síndrome de Down ou Transtorno do Espectro Autista. Para a coleta desses dados os pesquisadores contaram com a participação dos professores que atuam diretamente com os alunos selecionados no estudo, a participação dos professores foi primordial, pois foi por meio deles que os alunos se sentiram a vontade para contribuir com o experimento;

(f) Estudo de observação: Planejou-se a utilização de observação visual para verificar o processo de interação dos alunos com do alfabetizAR. Essa fase do estudo ajudou identificar pontos positivos e/ou negativos com o uso o aplicativo. Visto que, para o uso de qualquer sistema educacional a motivação é considerada elemento essencial no processo da aprendizagem [22]. Nesse sentido, o objetivo principal do estudo de observação era avaliar a satisfação, confiança, relevância e atenção obtida com o uso da tecnologia proposta, com o intuito de verificar se o alfabetizAR, pode apoiar o processo de ensino de alfabetização de alunos com Necessidades Educativas Especiais.

(3) Execução do Estudo: O estudo foi realizado na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais – APAE Itacoatiara/Amazonas, na sala de aula com os alunos e na presença dos professores no horário vespertino. A instituição trabalha somente com jovens e adultos NEE. No primeiro horário são trabalhados conteúdos didáticos (alfabetização, números e cores) e no segundo horário trabalha-se somente com projetos de arte e dança, pois são alunos que não conseguiram desenvolver nenhum aprendizado de leitura. Os projetos servem como forma de descobrir o talento de cada aluno.

Foi disponibilizado um *tablet* e um *smartphone* para os alunos realizarem o teste individualmente. Cada aluno ficou no máximo cinco minutos utilizando o aplicativo, o estudo foi realizado com um aluno por vez para tornar possível colher uma quantidade maior de informações.

No estudo de observação foram analisadas cada interação do usuário, suas dificuldades e suas ações com o aplicativo. Todas as interações, gestos, ações dos participantes foram registradas pelos pesquisadores. Durante o estudo os participantes verificaram atentamente algumas letras, palavras e objetos sobrepostos, alguns comentários realizados pelos alunos foram devidamente anotados, conforme será apresentado nos resultados da pesquisa na subseção de Estudo de Observação.

A Tabela II mostra a quantidade de alunos selecionados para o estudo experimental, a sala de aula utilizada no estudo, faixas etárias de idades e qual era o seu diagnóstico (SD ou TEA) desses participantes. Dos treze alunos com Necessidades Educativas Especiais que participaram do estudo, seis tinham diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista e sete possuíam diagnóstico de Síndrome de Down.

A Figura 3 mostra os alunos com SD interagindo com o alfabetizAR na sala de aula, visto que o objetivo do estudo era verificar se o aplicativo poderia ser adotado como ferramenta inovadora nas atividades pedagógicas realizadas na escola.



Figura 3. Alunos com SD interagindo com o alfabetizAR

A Figura 4 mostra os alunos com TEA utilizando o aplicativo alfabetizAR.



Figura 4. Alunos com TEA interagindo com o aplicativo

(4) Análise dos Resultados: Após a coleta dos dados foi realizada a análise dos resultados.

Os critérios definidos para a análise de resultados em relação à utilização do aplicativo alfabetizAR com os alunos, são: (i) Ótima interação, nesse critério foi verificado os alunos que não precisaram de ajuda para interagir com o aplicativo, suas ações e expressões também foram levadas em consideração; (ii) Boa interação, verificou-se os alunos que inicialmente precisaram de ajuda para manipular o alfabetizAR, mas no decorrer do experimento conseguiram ganhar habilidade em manuseá-lo, foi levado em consideração também as ações e expressões transmitidas pelos participantes; (iii) Baixa interação, no critério de baixa interação verificou-se os alunos que durante todo o processo de interação precisavam de ajuda para usar o aplicativo, como, ajustar câmera do dispositivo móvel em direção ao marcador, ou para ouvir o áudio e/ou que expressaram pouco entusiasmo ou interesse pelo alfabetizAR; e (iv) Nenhuma interação, nesse critério foi verificado os alunos que não tiveram nenhuma reação ao apresentar o aplicativo, ou seja, não expressou nenhum entusiasmo ou interesse.

Dos 13 alunos que participaram no estudo seis alunos com SD tiveram ótima interação com o aplicativo, um teve boa

interação e nenhum aluno com SD teve baixa ou nenhuma interação ao usar o aplicativo alfabetizAR. Dois alunos com TEA tiveram uma ótima interação com aplicativo, um aluno teve boa interação, um teve baixa interação e dois alunos com TEA não tiveram nenhuma interação com o aplicativo. A Figura 5 ilustra o comparativo de interação dos alunos.

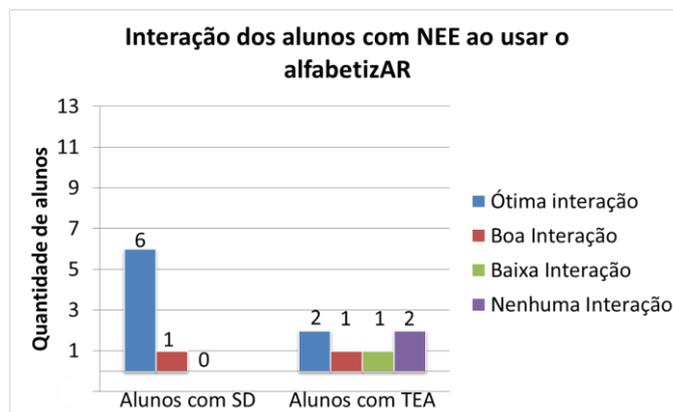


Figura 5. Gráfico de interação dos alunos ao usar o alfabetizAR

Os alunos que tiveram ótima interação repetiam o nome das letras e dos objetos que surgiam no ambiente, eles reconheceram e associaram bem as imagens que eram sobrepostas, trocavam os marcadores sem dificuldades, observavam atentamente, tocavam no botão de repetição de áudio para associar melhor o nome das letras com o objeto apresentado.

Os Alunos 3, 11 e 12 sorriam e vibravam muito a cada objeto que surgia no ambiente, estes alunos falaram que o aplicativo estava muito bonito.

O Aluno 13 precisou de ajuda para interagir com aplicativo devido a sua limitação motora. Esse participante não falava, porém foi possível observar que em alguns objetos, como: Carro, Gato, Ônibus, Bola, Avião, ele sorria, vibrava e mexia as mãos ao ver esses objetos sobrepostos, expressando que estava reconhecendo os objetos. De acordo com o relato da professora do aluno, o mesmo emite esses alertas quando está feliz e entusiasmado.

O estudo de observação permitiu obter um conjunto de informações detalhadas em relação à interação do aplicativo alfabetizAR pelos alunos com NEE. Isso possibilitou verificar se o aplicativo pode ser adotado como ferramenta pedagógica no processo de ensino de alunos com Necessidades Educacionais Especiais. Dessa forma, dos treze alunos que fizeram o experimento, oito tiveram uma ótima interação, três tiveram entre boa e baixa interação e apenas dois alunos não tiveram nenhuma interação com o alfabetizAR, sendo que a maioria dos alunos que tiveram entre boa, baixa ou nenhuma interação eram alunos com TEA. Entretanto, devido ao tempo curto da pesquisa não foi possível analisar o motivo pelo qual esses alunos não interagiram bem com o aplicativo.

Por meio do estudo foi possível observar que o aplicativo alfabetizAR foi utilizado de maneira esperada pelos alunos com NEE. Nesse contexto, evidenciamos que o aplicativo

pode colaborar com as práticas pedagógicas no processo de alfabetização de alunos com Necessidades Educativas Especiais. Os resultados do estudo mostram indícios que o aplicativo pode contribuir como ferramenta pedagógica. Após a aplicação do estudo e análise dos resultados foi disponibilizados o aplicativo alfabetizAR e os marcadores com o alfabeto para que os professores possam utilizar com alunos com NEE como ferramenta pedagógica nas aulas.

Entretanto, devido à pequena amostra e o tempo delimitado para o estudo com os alunos, é recomenda-se realizar um novo estudo com mais alunos e com o tempo mais longo, a fim de verificar o impacto e a possível contribuição do aplicativo na alfabetização de alunos com NEE.

VII. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Neste artigo relatou o estudo experimental de um aplicativo *mobile* denominado alfabetizAR e sua empregabilidade como ferramenta pedagógica no processo de alfabetização de alunos com NEE.

O aplicativo adota a tecnologia de Realidade Aumentada para dispositivos móveis com sistema operacional *Android*. A aplicação tecnológica permite que os usuários vejam letras, palavras e objetos relacionados ao alfabeto em ambiente real. Esse processo ocorre quando a câmera do *smartphone* ou *tablet* é colocada diante do marcador. O intuito do aplicativo é possibilitar uma melhor assimilação e aprendizado do aluno na alfabetização.

Para avaliação da aplicação tecnológica, o estudo adotou uma metodologia baseada em estudos experimentais, com o intuito de mostrar como esse recurso tecnológico pode contribuir no processo de ensino de alfabetização de alunos com NEE.

Nesse contexto, o aplicativo alfabetizAR mostrou ser uma ferramenta tecnológica que pode colaborar nas atividades pedagógicas que auxilia os alunos com NEE e os professores em suas práticas pedagógicas. Para o uso do aplicativo não é necessário recursos com custos altos. A ferramenta retorna informando por meio de áudio qual letra do alfabeto corresponde o objeto sobreposto gerado no ambiente de Realidade Aumentada, possibilitando uma maneira intuitiva de aprendizado, estimulando os sentidos do aluno, tanto visual quando auditivo. Além disso, os objetos 2D sobrepostos são imagens reais e do cotidiano do aluno para facilitar o processo de assimilação.

O estudo apresentou indícios de contribuição do aplicativo como ferramenta pedagógica para apoiar o processo de alfabetização dos alunos com NEE, os dados coletados no processo de interação com os participantes e no estudo de observação foram primordiais para tal resultado.

Como sugestão de trabalhos futuros e aprimoramentos sugeridos, pode-se definir: (1) Realizar um estudo com uma amostra maior; (2) Realizar um estudo sobre o processo de aprendizagem utilizando o aplicativo; (3) Realizar o estudo em um tempo mais longo para medir o aprendizado do aluno com NEE com o uso do aplicativo alfabetizAR; (4) Realizar um estudo mais aprofundado com alunos com TEA; (5) Analisar os impactos causados com o uso do aplicativo.

REFERÊNCIAS

- [1] Cardoso, Raul GS *et al.* "Uso da realidade aumentada em auxílio à Educação". Anais do Computer on the Beach, p. 330-339, 2014.
- [2] Kirner, Claudio; Kirner, Tereza G. "Virtual reality and augmented reality applied to simulation visualization. In: Simulation and Modeling: Current Technologies and Applications". IGI Global, 2008. p. 391-419.
- [3] Fernandes, Flávia G. *et al.* "Sistema para Auxílio na Alfabetização de Crianças com Autismo Utilizando Realidade Aumentada para Dispositivos Móveis". XII CEEL – ISSN 2178-8308, 2014 - Universidade Federal de Uberlândia – UFU – Minas Gerais, 2014.
- [4] Schwartzman, José Salomão *et al.* "Síndrome de down". São Paulo: Mackenzie, v. 13, p. 14, 1999.
- [5] Fernandes, Flávia Gonçalves; de Oliveira, Luciene Chagas; de Oliveira, Eduardo Chagas. Aplicação de Realidade Aumentada Móvel para Apoio à Alfabetização de Crianças com Autismo. In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação. 2016. p. 1374.
- [6] Carsten, Gilmar. A utilização do computador na alfabetização do aluno com deficiência intelectual. Trabalho de Conclusão de Curso. Pós-Graduação Lato Sensu em Mídias Integradas na Educação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- [7] Rezende, Flavia. As novas tecnologias na prática pedagógica sob a perspectiva construtivista. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 2, n. 1, p. 70-87, 2000.
- [8] Mendonça P. A Importância do Aplicativo Educativo. Disponível em: <<http://sweducativo.blogspot.com.br/2007/10/porque-utilizar-o-aplicativoeducativo.html>>. 2007. Acesso em: 28 de mar de 2016.
- [9] Werner, Hilda Maria Leite. O processo da construção do número, o lúdico e TICs como recursos metodológicos para a criança com deficiência intelectual. Secretaria do Estado de Educação Superintendência da Educação Diretoria de Políticas e Programas Educacionais Programa de Desenvolvimento Educacional-PDE. Paranaguá-PR, 2008.
- [10] Woodill, Gary. The mobile learning edge: Tools and technologies for developing your teams. McGraw Hill Professional, 2010. Disponível em: <<http://www.mobilelearningedge.com>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2016.
- [11] Prezotto, Ezequiel D.; Silva, Teresinha L. da; Vanzin, Rômulo. Realidade aumentada aplicada a educação. Encontro Anual de Tecnologia da Informação, p. 322-326, 2013.
- [12] Romero, Thais Sartori. Os processos de Ensino e Aprendizagem do aluno com Síndrome de Down: um estudo no Noroeste do Paraná. Monografia de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.
- [13] Oliveira, Ema P. Alunos sobredotados: A aceleração escolar como resposta educativa. 329f. (Tese de Doutorado em Psicologia) Área de Especialização em Psicologia da Educação - Universidade do Minho, 2007.
- [14] Mello, A. M. S. Ros de. Autismo: Guia Prático. 7 ed. Brasília: CORDE, 2007.
- [15] Fernandes, S. F. N. A adequabilidade do modelo Teacch para a promoção do desenvolvimento da criança com autismo. Porto-Portugal, 2010. 61 f. Dissertação (Mestrado em Educação Especial) - Escola Superior de Educação Paula Frassinetti, 2010.
- [16] Farias, Ezequiel B.; Silva, Leandro WC; Cunha, Mônica XC. ABC AUTISMO: Um aplicativo móvel para auxiliar na alfabetização de crianças com autismo baseado no Programa TEACCH. X Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, p. 458-469, 2014.
- [17] Kwee, Caroline Sianlian; Sampaio, Tania Maria Marinho; Atherino, Ciríaco Cristóvão Tavares. Autismo: uma avaliação transdisciplinar baseada no programa TEACCH. contexto, v. 6, p. 9-12, 2009.
- [18] Rodrigues, Michel *et al.* ABCÊ Bulir: Software para o auxílio no Processo de Alfabetização e Desenvolvimento Cognitivo de Crianças com Síndrome de Down. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2015. p. 867.
- [19] De Souza, D.; Trindade, G.; Fernandes e Bonifácio, B.. alfabetizAR: Uma Aplicação Móvel com base na Realidade Aumentada como

Ferramenta de Apoio no Processo de Alfabetização de Portadores de Síndrome de Down. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2017. p. 897.

[20] Travassos, Guilherme Horta; Gurov, Dmytro; AmaraL, E. A. G. G. Introdução à engenharia de software experimental. UFRJ, 2002.

[21] Soad, Gustavo Willians. Avaliação de qualidade em aplicativos educacionais móveis. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2017.

[22] Keller, J. M. (2009) "Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach." Springer.