



FACULDADE DE TECNOLOGIA, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO

Graduação

GUSTAVO GABRIEL DA SILVA MAGINA

***Serious game* e Realidade Aumentada como
ferramentas de apoio do processo educativo de
crianças autistas**

PIRASSUNUNGA

2020

GUSTAVO GABRIEL DA SILVA MAGINA

***Serious game* e Realidade Aumentada como
ferramentas de apoio do processo educativo de
crianças autistas**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado(a) à Faculdade de
Tecnologia Ciências e Educação como
exigência parcial para obtenção do
título de Bacharel em Ciência da
Computação

Orientadora: Prof. Ma. Ana Paula dos
Santos Braatz Vieira

PIRASSUNUNGA

2020

CADERNOS DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Sumário

Agradecimentos	4
Resumo	6
Abstract	7
Introdução	8
Justificativa	9
Objetivo	10
Metodologia	10
Realidade Aumentada	11
TEAtividades	13
Atividade Propostas	14
Atividade 1 - Jogo das Cores	14
Atividade 2 - Jogo das Formas Animais	15
Atividade 3 - Jogo das Emoções	16
Referencial Teórico	17
Introdução ao Autismo e suas Características	18
Resultados	20
Considerações Finais	21
Referências Bibliográficas	23

Agradecimentos

Principalmente aos meus pais, por sempre estarem me apoiando independente da situação, pela excelente educação e, particularmente a minha mãe pela extrema ajuda no trabalho relacionado a psicopedagogia.

Os professores e amigos, por terem proporcionado momentos, informações e conhecimentos únicos, principalmente pelas péssimas piadas e todos os momentos de altas risadas, especialmente Professor Dr. Adinovam Henriques Pimenta, Professora Dra. Livia Degrossi, Professor Me. Paulo Kretikouski, Professor Me. Ramón Salinas Franco, Professora Ma. Ana Paula Braatz, sem vocês acredito que eu não teria chegado tão longe, com toda a certeza, todos os professores tornaram-se meus grandes amigos.

Aos meus amigos Ricardo Mazzotti e Emerson Monteiro pelas diversões e ensinamentos, durante todo o curso sempre unidos e não deixando ninguém para trás.

E por fim, aos meus familiares de todas as formas como contribuíram ao meu crescimento, seja ele profissional, educacional ou em meio a sociedade.

Resumo

Para que as crianças possam aprender novas habilidades e adquirir novos conhecimentos, as atividades destinadas a elas precisam ser divididas em passos mais simples e menores, e serem repetidas diversas vezes para que a mesma possa reter o conhecimento. Estudos concluíram que, o uso de tecnologias como ferramentas de ensino podem prover os recursos necessários para desenvolver tais atividades, facilitando a percepção da criança usando uma abordagem interativa, comunicações sociais, ações cognitivas, motoras e outras. Baseando-se nestes fatos, foi proposto neste trabalho a criação de um software que utiliza Realidade Aumentada (RA) para auxiliar o ensino de cores, emoções, entre outros conceitos à crianças de 0 a 6 anos idade que possuem Transtorno do Espectro Autista (TEA) que é caracterizado por déficits na comunicação social e interações.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, Transtorno do Espectro Autista, ferramenta de ensino.

Abstract

In order for children to learn new skills and acquire new knowledge, activities devoid of them need to be divided into simpler and smaller steps, and repeated several times so that it can retain knowledge. The studies concluded that the use of technologies as teaching tools can provide the information resources to develop such activities, facilitating the child's perception using an interactive approach, social communications, cognitive, motor and other actions. Based on facts, it was proposed in this work the creation of a software that uses Augmented Reality (AR) to assist the teaching of nuclei, emotions, among other concepts to children from 0 to 6 years old who have Autism Spectrum Disorder (TEA) that is adapted by deficits in social communication and interactions.

Keywords: Augmented Reality, Autistic Spectrum Disorder, teaching tool.

Introdução

O potencial de aprendizagem das crianças depende muitas vezes do ambiente educacional, do encorajamento e apoio recebido desde o nascimento. Habilidades gerais e específicas são aprendidas por meio da exposição a várias situações, experiências e oportunidades de aprendizagem. Portanto, é necessário criar ambientes que facilitem o melhor desempenho no processo de aprendizagem (FELIX, 2017).

No escopo do ensino de crianças da classe chamada primeira infância, que compreende a faixa etária de 0 a 6 anos, o uso de atividades práticas é de alto valor, pois permitem que as crianças possam desenvolver, dentre outras coisas, a percepção de mundo (MARQUES, 1998). Algumas destas atividades práticas têm por objetivo o ensino de cores e emoções às crianças, que é de fundamental importância por contribuir para o desenvolvimento da criança aprimorando a capacidade motora, cognitiva, de raciocínio, dentre outras funções (PITCHFORD, 2005).

Um cenário onde tais atividades práticas exigem atenção especial é o cenário em que há crianças diagnosticadas com Transtorno do Espectro Autista (TEA), que é um transtorno de desenvolvimento relacionado às áreas de comunicação, interação social, capacidade de se adaptar e o aprendizado (MOURA et al., 2018).

Algumas vezes a interação com crianças com TEA pode ser complicada, pois estas crianças são, geralmente, mais fechadas, evitando o contato visual e afetivo. Por esta razão um software que utiliza interfaces comunicativas por meio de interações pode corroborar na comunicação com crianças portadoras do autismo (GADIA; TUCHMAN; ROTTA, 2004; ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

Permanecer ao seu lado aceitando sugestões de interações e ser permitido pelas pessoas que têm o Espectro é o maior desafio atualmente e justamente por isso, a ideia de trazer um software para auxiliar professores, pais e responsáveis a criar e desenvolver vínculos fortes com as crianças através de atividades e jogos educativos.

Justificativa

Nos últimos anos, a Instrução e Intervenção Auxiliada por Tecnologia (TAII) passou a ser empregada em projetos para auxiliar crianças no seu desenvolvimento devido ao rápido aumento da inclusão de tecnologia.

De acordo com Sotiriou & Bogner (2008), a Realidade Aumentada (RA) tem uma grande colaboração com a educação, no qual é possível contribuir para a melhora no aprendizado, melhora na motivação de aprendizagem, auxilia na compreensão, melhora na satisfação, aumenta o interesse sobre os estudos e reduz o custo do material de laboratório.

Uma vez que um dos principais desafios do autista encontra-se na sua capacidade de se relacionar, interagir, e socializar-se com tarefas habituais, e de que há evidências que a interatividade entre pessoas e tecnologia pode ser colaboradora na comunicação com o autista e melhorar o seu processo de aprendizagem (ASSUMPÇÃO J. et al., 2015), a criação de um software moldado às necessidades das crianças autistas pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de tais crianças tornando as atividades mais atrativas para as crianças oferecendo praticidade ao educador.

Objetivo

Tendo em vista o atual potencial da tecnologia como ferramenta de ensino e especificamente tratando da Realidade Aumentada, este trabalho de pesquisa tem por objetivo desenvolver um *software* contendo jogos educativos como ferramenta de apoio ao ensino de crianças autistas, auxiliando pedagogos ou a família na execução de atividades educativas específicas a estas crianças. É indicado que a criança tenha um auxílio e uma supervisão para realizar as atividades, tanto como um incentivo quanto para possíveis dúvidas. A atual fase do projeto conta como um protótipo, sendo um auxiliador para atividades, ou seja, o *software* complementa a execução de uma atividade previamente desenvolvida por um responsável.

Referencial Teórico

Para os autistas, o relacionamento e interações sociais são ações difíceis e, por esta razão, tornam-se importantes as intervenções de criação de rotina por meio de referências na forma de imagens, variação de cores, mudança de formas e exemplos aplicados (ALVES, 2009). Além destas referências o autista precisa de intervenções no uso de recursos de comunicação, tais como sons e animações, para colaborar na relação e interação, permitindo estabelecimento de contato (MATSUKURA; MENECHLI, 2011).

Pesquisadores vêm propondo maneiras de aproximar cada vez mais os autistas de uma vida completamente normal e a interação é uma porta aberta para fazer com que se sintam mais vinculados a sociedade como um todo (SUPEKAR et al., 2018).

O ensino auxiliado por softwares educativos pode eliminar as dificuldades identificadas pela falta de motivação e fadiga que muitas vezes ocorrem em algumas crianças. As atividades criativas e divertidas que usam a tecnologia podem aumentar a confiança e a vontade de aprender dessas crianças (ORTEGA-TUDELA; G., 2006; WUANG et al., 2011). Muitas destas atividades podem ser projetadas para serem mais atrativas com o uso da RA.

Os sistemas de RA podem ser definidos como aqueles que permitem que objetos reais e virtuais possam coexistir no mesmo espaço e que sejam interagidos em tempo real (PALMARINI, 2018), e vem ganhando popularidade na sociedade tornando-se mais presente em diversas aplicações (DA SILVA, 2019; JOHNSON et. al, 2010; LOPES, 2019).

O processo de combinação de dados virtuais com dados do mundo real pode fornecer aos usuários acesso a conteúdo multimídia rico e significativo que seja contextualmente relevante e possa ser agilizado de forma fácil e imediata (BILLINGHURST et. al, 2001).

Vários pesquisadores identificaram a RA como tendo imenso potencial para melhorar a aprendizagem e o ensino (BILLINGHURST; D., 2012; SQUIRE; H. et al., 2018). É possível, ainda, encontrar diversos trabalhos que buscam aplicar a RA no ambiente real de ensino (BARROW et al., 2019;

DEDE, 2009; DUNLEAVY et al., 2009; IBÁÑEZ et al., 2019; IVANKO, 2018; JOHNSON et al., 2012; KAUFMANN; SCHMALSTIEG, 2003; SHELTON, 2002).

De acordo com o livro MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS DSM-V (2014), ao utilizarmos a TAI, onde a mesma visa, principalmente, empregar a tecnologia para apoiar o aprendizado beneficiando-nos de robôs, softwares, aplicativos web e para celular, ajudar a desenvolver, manter e aprimorar comportamentos melhorando a vida diária, produtividade e capacidades de recreação de crianças com transtornos do espectro do autismo.

A técnica TAI pode ser empregada por diversos profissionais como educadores, psicólogos, pais e em ambientes educacionais comunitários. O livro *Evidence-Based Practices for Children, Youth, and Young Adults with Autism Spectrum Disorder* (2020) afirma que a prática do TAI é muito eficaz em crianças da pré-escola e alunos no ensino médio, aumentando a independência e permitindo que os alunos possam trabalhar sozinhos e no seu próprio ritmo.

A RA baseia-se em integrar elementos virtuais ao mundo real utilizando o recurso de câmeras e giroscópios. As aplicações de recursos multissensoriais complementam a RA, podendo manipular diversas informações a fim de criar um mundo onde os usuários possam trabalhar com suas sensações, como tato, visão, audição e etc. O grande diferencial da RA de outras realidades (como realidade mixada e realidade virtual (RV)) dá-se, obrigatoriamente, por elementos de 3 dimensões interagindo com o ambiente; informações ou elementos interativos e em tempo real e, o principal, complementa o mundo real. O mundo real continua sendo majoritário nesses tipos de aplicações.

Introdução ao Autismo e suas Características

Autismo é um transtorno espectro, ou seja, um transtorno com amplitudes e intensidades diretamente ao neurodesenvolvimento, o autismo

tem como características dificuldades na interação social, comportamentos repetitivos e restritos e dificuldades na comunicação.

Atualmente, existem duas principais métodos para se diagnosticar o transtorno, talvez, o mais usado seja o DSM-V; lançado em 2013, o *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais) desenvolvido pela Associação Americana de Psiquiatria, tem como objetivo auxiliar médicos, psicólogos e terapeutas a diagnosticar diversos transtornos mentais; e a revista Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID), desenvolvida pela OMS (Organização Mundial da Saúde), tem como base a obtenção a classificação e codificação de doenças e diversos sintomas, sinais e etc.

Nos primeiros anos de vida, já podemos notar e diagnosticar características que envolvem o transtorno, especificamente, o diagnóstico é dividido em três características citadas acima: déficits persistentes na comunicação social, déficits na interação social e por último, padrões repetitivos e restritos de comportamento ou atividades, esses sintomas acarretam um prejuízo significativo por toda a vida. Muitos autistas descobrem serem autistas durante a fase adulta, seja por um desinteresse familiar, falta de conhecimento ou até mesmo resistência. Quando mais cedo o diagnóstico, mais fácil é lidar com essas dificuldades, ajudando a desenvolver muito mais a criança a se desenvolver futuramente.

De acordo com o DSM-V (2013), os déficits na comunicação e interação social baseiam-se: na dificuldade na reciprocidade sócio emocional, dificuldade nos comportamentos não-verbais, como contato visual e, por último, dificuldade em manter, desenvolver e compreender relacionamentos, sendo prejudicado para se adequar a contextos, como brincadeiras, participação em grupos entre outras interações; já os déficits relacionados aos padrões e repetições, baseiam-se: repetição de movimentos motores, padrões e insistências de comportamentos verbais e não-verbais, foco anormal em objetos e, finalizando, alterações nos estímulos sensoriais.

O DSM-V classifica o Espectro em 3 graus, sendo leve, moderado e severo, divididos para cada um dos deficits mencionados. Atualmente, os tipos mais comuns de autismo são: Síndrome de Asperger, Transtorno Autista,

Transtorno Invasivo do Desenvolvimento e Transtorno Desintegrativo da Infância.

Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada, ou simplesmente RA, é a tecnologia que une o mundo real com o mundo virtual por meio da câmera do *smartphone*, *webcam* ou sensores de movimentos, encontramos a realidade aumentada constantemente em nossas vidas, seja na foto que postamos na nossa rede social, onde a mesma muitas vezes é transformada por efeitos visuais, seja com propagandas, QR codes iterativos e etc.

Com a RA, geramos modelos 3D virtuais no mundo real, podendo ou não interagir diretamente com o ambiente, já existem realidades aumentadas que detectam diversas superfícies a fim de aplicar elementos, seja para uma visualização detalhada quanto para interações com animações.

A maior aplicação da RA sem dúvidas, encontra-se no marketing digital, a facilidade de mostrar ao cliente como uma determinada peça ficaria em um ambiente ou a imersão criada ao ter uma peça 3D onde o usuário pode aumentada, gira-la, transformá-la e ter infinitas possibilidades cria um mundo totalmente novo. Não podemos confundi-la com a Realidade Virtual, onde a mesma conecta o usuário ao um mundo criado virtualmente como o protagonista, por outro lado, a Realidade Aumentada complementa o mundo real.

A Figura 1, apresenta como o exemplo de um jogo que utiliza RA, o Pokemon GO, um aplicativo para celular onde os usuários podem capturar monstros virtuais.

Figura 1 - Jogo Pokemon GO



Fonte: <https://www.synchtank.com/blog/projecting-trends-augmented-reality-advertising-and-music/>

Outro exemplo que podemos utilizar a RA é na área da saúde, onde uma ferramenta auxilia os estudantes de anatomia e área relacionadas, a entenderem e conhecerem como é o funcionamento de partes específicas do corpo (Figura 2).

Figura 2 - Funcionamento de um aplicativo relacionado a saúde.



Fonte: <https://arpost.co/2020/06/10/augmented-reality-teaching-anatomy/>

A realidade virtual e a Realidade Aumentada não tiveram o seu início recentemente e sim em 1962. Nesta época foi desenvolvido o dispositivo

denominado como “Sensorama”, o mesmo era capaz de proporcionar experiências únicas baseadas na percepção de cheiro, sensações de brisas, movimentações e etc.

Metodologia

A metodologia de trabalho consta, além da pesquisa bibliográfica, atividades como o desenvolvimento do projeto, teste e recepção do jogo desenvolvido. Utilizando do sistema de RA para simularmos atividades pedagógicas simples e previamente programadas, o aluno, juntamente com o superior, deverá realizar as atividades propostas na tela que foram selecionadas, seja com ou sem o auxílio de um adulto. Considerando que algumas pessoas compreendem mais facilmente estímulos visuais, outras mais auditivas e etc, foi desenvolvido um *software* capaz de englobar ambos os públicos sem que danifique ou cause alguma irritação à criança. Os requerimentos para a realização consistem de um computador com uma webcam ou um celular, sendo o projeto totalmente gratuito.

Para o desenvolvimento da aplicação, utilizamos a linguagem de programação em C# orientada a objetos juntamente com a *ENGINE UNITY* por conta da sua compatibilidade e suporte para quase todas as plataformas existentes, como Windows, Linux, Iphone, Android, entre outros; juntamente com a API VUFORIA, especificamente para aplicação da RA.

Utilizaremos também o *software* de código-aberto BLENDER para a produção de modelos, animações e efeitos 3D.

TEAtividades

O TEAtividades, é o protótipo desenvolvido e consiste em um aplicativo disponibilizado gratuitamente no GooglePlay e todas as atividades, sejam elas atuais ou futuras, serão disponibilizadas em um site gratuito para o download das mesmas (o site encontra-se no próprio aplicativo). O projeto ainda está na

fase de protótipo, tendo o intuito de auxiliar no ensino de crianças diagnosticadas com o espectro autista, porém, não se restringe apenas às diagnosticadas, qualquer pedagogo pode fazer uso do mesmo, a fim de, ajudar e auxiliar outras crianças.

O aplicativo conta com uma interface amigável, neutra e totalmente intuitiva, o usuário só necessita escolher a atividade, sua subseção, caso haja, e iniciar a atividade. Por enquanto, o protótipo conta com 3 atividades e algumas subseções descritas no tópico abaixo.

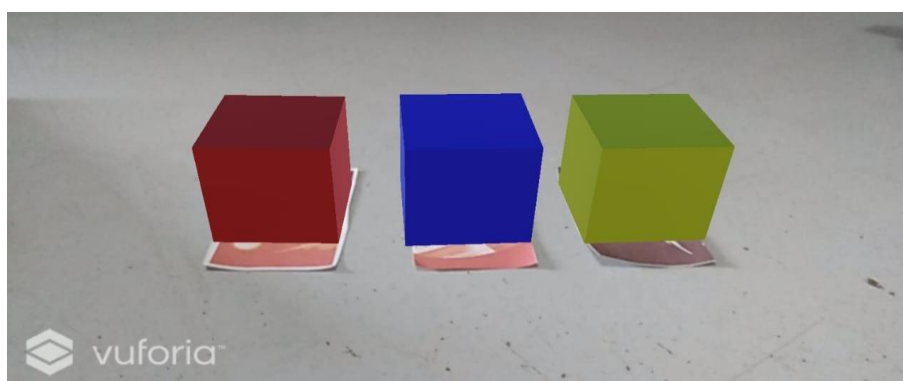
Atividade Propostas

Atividade 1 - Jogo das Cores

O Jogo baseia-se nas cores primárias e secundárias, o usuário terá que imprimir as cartas para a realização da atividade; após selecionar a atividade, as 3 cartas terão que ser dispostas em uma mesa e basta mirar a câmera do celular com o aplicativo aberto que serão gerados os elementos 3D. Cada carta conta com um Cubo 3D referente as cores: Vermelho, Azul e Amarelo (Figura 3).

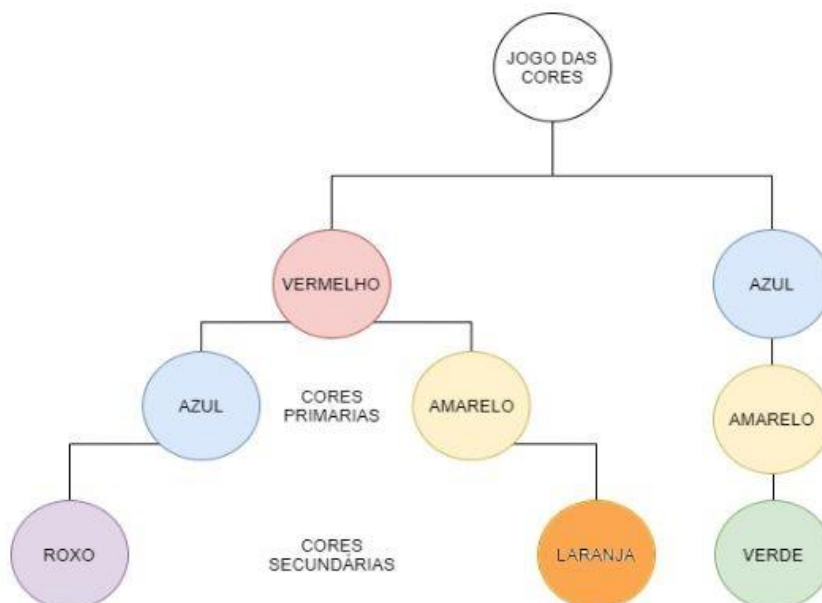
A atividade é simples, quando qualquer um dos cubos forem encostados com outro, ele irá gerar uma nova cor, por exemplo, quando o cubo vermelho colide com o cubo azul, a cor resultante será um cubo roxo.

(Figura 3 - Modelo 3D gerado ao aproximar a câmera do celular)



Na Figura 4 podemos visualizar uma árvore binária simples sobre a interação de cada cubo:

Figura 4 - Modelo de Combinações baseado em Árvore Binária



Nas atualizações futuras, será implementado uma interface onde pedirá ao jogador determinadas cores e o mesmo terá que combinar as cores da forma correta, caso positivo, será acrescentado uma pontuação para o jogador. A mesma atividade contará também com as cores terciárias e neutras.

O intuito da atividade é desenvolver a parte lógica por parte da criação de cores, assim também, como auxiliar na regulação sensorial por meio do tato ao movimentar as cartas relacionadas às caixas, buscando criar as cores solicitadas.

Atividade 2 - Jogo das Formas Animais

Essa atividade conta com 3 formas distintas de animais onde a criança terá que movimentar, via *touchscreen*, as formas-respostas para a posição correta, a Figura 5 apresenta a atividade:

(Figura 5 - Exemplo da atividade 2)



A criança terá algumas opções de resposta e, cada vez que a atividade é iniciada, serão geradas novas imagens aleatórias (exatamente 3 animais distintos por espaço) para a criança, além de não decorar as respostas, a mesma possa desenvolver o pareamento de forma fácil, a cada forma posicionada de forma correta, o jogo emite um som referente ao animal correspondente.

Atividade 3 - Jogo das Emoções

Muito parecido com a Atividade 2, o jogo das emoções funciona de forma similar, a criança terá como objetivo arrastar de forma correta a imagem referente a emoção solicitada. Como mencionado, pessoas com o Espectro possuem dificuldades em reconhecer emoções, e desta forma, a atividade auxiliará de forma prática e direta a criança a identificar corretamente essas emoções. É recomendado que o auxiliador faça e brinque juntamente com a criança para que ela possa entender melhor como funciona os sentimentos. A atividade conta também com sons referentes às emoções caso estejam distribuídas da forma correta.

Resultados

Infelizmente, a pandemia pela COVID-19 foi um impasse durante esse projeto. O intuito era de mostrar e realizar testes em APAEs, criar e ver em tempo real a reação das crianças e professores ao utilizar o software pela primeira vez. Essa visualização é ideal para perceber como a criança se sente ao utilizar o software para melhorias futuras, seja pelos sons muito agressivos ou imagens com alto contraste.

Pelo atual problema vivido pela COVID, não foi possível esse teste, porém, fizemos alguns testes em casa com um grupo bem seletivo e pequeno de crianças, pais e educadores.

Primeiramente, tivemos alguns feedbacks de psicopedagogos e professores: os mesmos receberam o projeto muito bem, todas as atividades foram desenvolvidas a partir de uma conversa e mentoria dos mesmos, cada detalhe e ideia mencionado pelos profissionais durante e depois do desenvolvimento das atividades foram extremamente valiosos para que as mesmas fossem importantes aos usuários.

Obtivemos, também, feedbacks de pais que tem filho(as) com o Espectro Autista, eles testaram as atividades individualmente e nos explicaram como foi a recepção dos usuários TEA em relação ao software, qual foram as dificuldades, facilidade de acesso, interface entre outros, com os feedbacks dos pais conseguimos notar que mesmas obtiveram um sucesso incrível ao realizar as atividades, destacaram principalmente a praticidade e o foco da criança em aprender brincando pelo celular.

As atividades, como mencionado, passaram por algumas aprovações de Psicólogos e Psicopedagogos. Todas as atividades são focadas em desenvolver o senso tátil da criança, fazendo crescer ainda mais a coordenação motora da criança na questão de arrastar cada bloco no lugar correspondente ou criar novas cores. A atividade 1, por exemplo, tem total foco no desenvolvimento motor e aprendizado lógico da criança, ela entender, compreender e identificar cores que foi pedido a ela atualmente e a mesma pensar quais serão as combinações possíveis auxiliada por um responsável, o fato da criança perguntar como ela pode fazer, quais as cores possíveis, gera

uma reciprocidade emocional, fazendo com que o auxiliador possa estar mais próximo da criança pois ela permitiu o mesmo a fazer isso pedindo ajuda nos desafios.

Já na atividade 2 e 3, podemos notar que o foco é no pareamento e na justaposição, desenvolve a criança a perceber cores, formas e imagens iguais e compatibilizar as mesmas, criando um senso lógico de padronização, onde as coisas tem o seu lugar e o seu espaço. A grande diferença entre a atividade 2 e 3 está no socioemocional, a atividade 3 permite a criança entender mais seja por meios sonoros quanto visuais, quais são as emoções de cada bloco. É de extrema importância e para o entendimento do mesmo, que o auxiliador possa reproduzir as emoções juntamente com o autista.

O feedback do protótipo até o momento foi bem positivo, como todo software, é necessário melhorias, como mencionado, pretendemos em atualizações futuras adicionar mais atividades que já estão sendo desenvolvidas com parcerias, iremos testá-lo em escolas particulares e APAEs. Acreditamos que o objetivo do aplicativo tenha sido alcançado com sucesso: um aplicativo gratuito, que engloba todos os tipos de pessoas dos mais diversos gêneros, classes e realidades, leve, fácil e de extrema importância para esse assunto tão pouco pautado atualmente. O *software* contará com diversas atualizações futuras, um dos exemplos é implementação de QR code, o mesmo será utilizado para gerar um gráfico detalhado de desempenho para definir o quão evolutivo foi o processo de aprendizado utilizando o *software* e a implementação de uma história interativa que será contada e desenvolvida a partir de comandos solicitados ao usuário, como apontar para uma determinada cor, identificar com o celular lugares planos e etc. Além do processamento de imagens e elementos tridimensionais, o aplicativo contará também com uma história curta e intuitiva, onde a criança será tratada como peça chave do mundo virtual, tendo como objetivo maior, criar um vínculo mais afetivo e fazer com que ela se sinta importante mesmo realizando tarefas e atividades simples. Cada um dos desafios concluídos, mostrará à criança o quão importante foi realizar e o quanto a atividade impactará naquele mundo virtual. No primeiro momento, o protótipo não conta com a história e sim, a versão final do *software*.

Voltando um pouco a atenção as dificuldades, tivemos feedbacks de colegas programadores próximos, na questão do descobrimento de bugs, erros, otimização e compatibilidade; eles foram os principais para que o projeto pudesse ser executado em mais de um dispositivo mobile, testamos diversas versões do android e, para nossa felicidade, todas rodaram o software com perfeição. Cada código do protótipo foi desenvolvido e recriado para ser o mais otimizado possível em todas as plataformas mobile, não somente os scripts, mas imagens e elementos 3Ds foram remodelados a fim de se tornarem melhores e mais rápidos.

Considerações Finais

Com a finalização do protótipo, identificamos que falta um apoio à causa e, principalmente, mais dados e recursos voltados ao TEA aqui no Brasil. Esse protótipo é justamente para auxiliar autistas, pais e professores, a se desenvolverem ainda mais e, acima de tudo, aprender brincando e explorando cada vez mais novas possibilidades.

Considerando algumas alternativas de transformar atividades pedagógicas em atividades virtuais utilizando de elementos 3D, obtivemos algumas barreiras na questão de unir o conceito inicial do projeto, ao utilizarmos histórias sendo contadas em tempo real, a ideia era criar um mundo virtual onde a criança pudesse ser parte do mesmo, porém, o alto custo de ferramentas para a realização do projeto em realidade virtual acarretou na utilização da realidade aumentada. Entretanto, a realidade aumentada mostrou-se muito eficaz nesse projeto, o fato da mesma poder ser integrada em atividades específicas mais facilmente e ter um baixo custo, rodando na maioria dos celulares e computadores testados atualmente; a fácil implementação tanto na questão de programação quanto na aplicação e utilização fez com que ela se destacasse.

A dificuldade em repensar atividades reais que pudessem ser transformadas a um ponto que englobasse os mais diversos tipos de autistas, também foi algo presente; como sabemos, existem diversos níveis de

autismos, entendê-los e desenvolver atividades para que, cada um deles se sintam confortáveis em realizá-las foi algo complexo, não poderíamos adicionar muitas cores, muitos sons, muitas animações e portanto, sempre estivemos em contato com autistas que se envolveram a causa para dar um feedback sobre o projeto.

Além desses pontos citados, o recurso financeiro foi muito levado em conta: o protótipo foi pensado para ser utilizado desde a classe mais baixa até a mais alta, para que ambos pudessem ter a mesma experiência, claramente isso limita muito o projeto, ideias e ferramentas que foram descartadas poderiam trazer muito mais impacto visual; mas levando em conta o intuito do protótipo, optamos por um software reduzido mas que pudesse estar presente em todos os celulares e computadores. Questões em relação ao desenvolvimento da ferramenta ainda não foram totalmente concluídas e resolvidas, mas com o passar dos anos, acreditamos que o software estará concluído para o seu lançamento gratuito.

Referências Bibliográficas

ALVES, S. G. **A estruturação do ambiente para a pessoa com autismo: um relato de experiência.** *Pedagogia em Ação*, v. 1, n. 2, p. 1-122, ago./nov. 2009.

ASSUMPÇÃO, F. B. J.; PIMENTEL, A. C. A. M. **Autismo infantil.** *Revista Brasileira de Psiquiatria*, Belo Horizonte, Suplemento I, n. 22, p. 37-39, 2000.

BARROW, J.; FORKER, C.; SANDS, A.; O'HARE, D.; HURST, W. **Augmented Reality for Enhancing Life Science Education.** VISUAL 2019-The Fourth International Conference on Applications and Systems of Visual Paradigms. 2019.

BILLINGHURST, M.; DUENSER, A. **Augmented reality in the classroom.** *Computer*, v. 45, n. 7, p. 56-63, 2012.

BILLINGHURST, M.; KATO, H.; POUPYREV, I. **The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality.** *IEEE Computer Graphics and applications*, v. 21, n. 3, p. 6-8, 2001.

DA SILVA, M. M.; TEIXEIRA, J. M. X.; CAVALCANTE, P. S.; TEICHRIB, V. **Perspectives on how to evaluate augmented reality technology tools for education: a systematic review.** *Journal of the Brazilian Computer Society*, v. 25, n. 1, p. 3, 2019.

MOURA, P. J.; SATO, F.; MERCADANTE, M. T. **Bases neurobiológicas do autismo: enfoque no domínio da sociabilidade.** *Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento*, v. 5, n. 1, 2018.

DEDE, C. **Immersive interfaces for engagement and learning.** *Science*, v. 323, n. 5910, p. 66-69, 2009.

DUNLEAVY, M.; DEDE, C.; MITCHELL, R. **Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning**. Journal of Science Education and Technology, v. 18, n. 1, p. 7-22, 2009.

FELIX, V. G. et al. **A pilot study of the use of emerging computer technologies to improve the effectiveness of reading and writing therapies in children with Down syndrome**. British Journal of Educational Technology, v. 48, n. 2, p. 611-624, 2017.

GADIA, C. A.; TUCHMAN, R.; ROTTA, N. T. **Autismo e doenças invasivas de desenvolvimento**. Jornal de Pediatria. Sociedade Brasileira de Pediatria, 2004.

HARLEY, J. M.; LAJOIE, S. P.; TRESSEL, T.; JARRELL, A. **Fostering positive emotions and history knowledge with location-based augmented reality and tour-guide prompts**. Learning and Instruction, 2018.

IBÁÑEZ, M. B.; DELGADO-KLOOS, C. **Augmented reality for STEM learning: A systematic review**. Computers & Education, v. 123, p. 109-123, 2018.

IVANKO, A.; IVANKO, M.; VINOKUR, A.; KULIKOVA, E. **Virtual and augmented reality and the possibility of their use in education**. BIOLOGICAL SCIENCES, p. 47, 2018.

JOHNSON, L. et al. **The Horizon Report: 2010 Australia-New Zealand Edition**. 2. ed. Austin: New Media Consortium, 2010.

JOHNSON, L.; ADAMS, S.; CUMMINS, M. **NMC Horizon Report: 2012 K-12 Education**. 4. ed. Austin: New Media Consortium, 2012.

KAUFMANN, H.; SCHMALSTIEG, D. **Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality**. Computers & Graphics, v. 27, n. 3, p. 339-345, 2003.

LOPES, L. M. D.; VIDOTTO, K. N. S.; POZZEBON, E.; FERENHOF, H. A. **Inovações Educacionais com o uso da Realidade Aumentada: uma revisão sistemática**. Educação em Revista, v. 35, n. 1, 2019.

MARQUES, C. **Autismo: intervenção terapêutica na primeira infância**. Análise Psicológica, v. 1, n. XVI, p. 139-144, 1998.

MATSUKURA. T. S.; MENECHLI, L. A. **Famílias de crianças autistas: demandas e expectativas referentes ao cotidiano de cuidados e ao tratamento**. Cadernos da Terapia ocupacional da UFSCar, São Carlos, v. 19, n. 2, p. 137-152, maio/ago. 2011.

ORTEGA-TUDELA, J. M.; GÓMEZ-ARIZA, C. J. **Computer-assisted teaching and mathematical learning in Down Syndrome children**. Journal of computer assisted learning, v. 22, n. 4, p. 298-307, 2006.

PALMARINI, R.; ERKOYUNCU, J. A.; ROY, R.; TORABMOSTAEDI, H. A **systematic review of augmented reality applications in maintenance**. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v. 49, p. 215-228, 2018.

PITCHFORD, N. J.; MULLEN, K. T. **The role of perception, language, and preference in the developmental acquisition of basic color terms**. Journal of experimental child psychology, v. 90, n. 4, p. 275-302, 2005.

PORTUGAL, C. R.; MURAROLLI, P. L. **A influências de um software educativo matemático no 3º ano do ensino fundamental I**. Perspectivas em Ciências Tecnológicas, v. 4, n. 4, p. 46-66, Maio 2015. Disponível em: <<http://www.fatece.edu.br/arquivos/arquivos%20revistas/perspectiva/volume4/3.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2015.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de interação: além da interação humano-computador**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SHELTON, B. E. **Augmented reality and education: Current projects and the potential for classroom learning**. New Horizons for Learning, v. 9, n. 1, 2002.

SOTIRIOU, S.; BOGNER, F. X. **Visualizing the invisible: augmented reality as an innovative science education scheme**. Advanced Science Letters, v. 1, n. 1, p. 114-122, 2008.

SQUIRE, K. D.; JAN, M. **Mad City Mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers**. Journal of Science Education and Technology, v. 16, n. 1, p. 5-29, 2007.

SUPEKAR, K.; KOCHALKA, J.; SCHAEER, M.; WAKEMAN, H.; QIN, S.; PADMANABHAN, A.; MENON, V. **Deficits in mesolimbic reward pathway underlie social interaction impairments in children with autism**. Brain, v. 141, n. 9, p. 2795-2805, 2018.

WUANG, Yee-Pay et al. **Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in children with Down syndrome**. Research in developmental disabilities, v. 32, n. 1, p. 312-321, 2011.

WONG, Connie et al. **Evidence-based practices for children, youth, and young adults with autism spectrum disorder: A comprehensive review**. Journal of autism and developmental disorders, v. 45, n. 7, p. 1951-1966, 2015.