

UM JOGO GEORREFERENCIADO COM RECURSO DE REALIDADE AUMENTADA PARA AUXILIAR O APRENDIZADO E DESENVOLVIMENTO DE CRIANÇAS COM AUTISMO

Francisco Tailânio de Macedo

Graduando em Ciência da Computação do Departamento de Ciências Exatas e Naturais
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Mossoró, RN – Brasil;

Tailanio@outlook.com.

Abstract

This work demonstrates the development of Knowledgemon Hunters, a georeferenced game with augmented reality features to aid the learning process and reduce the social isolation of children with autism. The game features characters scattered geographically in the real world, each character has an associated learning object that is defined by a specialist responsible for the child. The goal of the game is for the child to search through the characters to capture them and access the contents of the learning object. The validation of the game occurred with the participation of 10 professionals in autism who work in schools located in the city of Mossoró / RN. The results indicate that, from the experts' point of view, the game presents an easy-to-use interface and demonstrates a dynamic of easy understanding, and that it does not require much effort to use it. This demonstrates that the game has the potential to achieve the proposed goals.

Resumo

Esse trabalho demonstra o desenvolvimento do Knowledgemon Hunters, um jogo georreferenciado com recursos de realidade aumentada para auxiliar o processo de aprendizagem e reduzir o isolamento social de crianças portadoras de autismo. O jogo conta com personagens dispersos geograficamente no mundo real, cada personagem tem um objeto de aprendizagem associado que é definido por um especialista responsável pela criança. O objetivo do jogo é que a criança busque pelos personagens para capturá-los e acessar o conteúdo do objeto de aprendizagem. A validação do jogo ocorreu com a participação de 10 profissionais em autismo que trabalham em escolas localizadas na cidade de Mossoró/RN. Os resultados indicam que, a partir da visão dos especialistas, o jogo apresenta uma interface de fácil uso, além de demonstrar uma dinâmica de fácil entendimento, e que não é necessário muito esforço para utilizá-lo. Isso demonstra que o jogo tem potencial para alcançar os objetivos propostos.

Palavras chave: autismo, jogos sérios, realidade aumentada.

1. Introdução

O termo autismo foi usado pela primeira vez em 1911 por Bleuber, na tentativa de designar a perda de contato com a realidade que algumas pessoas apresentavam e que

tornava a comunicação com outras pessoas mais difícil ou até mesmo nula (AJURIAHUERRA, 1977). Desde então, vários pesquisadores das mais diversas áreas têm usado o autismo como objeto de estudo principal.

Para Gilbert (1990), o autismo é uma síndrome comportamental que apresenta etiologias diferentes, afetando profundamente o desenvolvimento infantil. Leo Kanner (1943) realizou estudo com crianças autistas e identificou que estas apresentavam características em comum: inaptidão de relacionar-se com outras pessoas, o que as levava ao isolamento social; distúrbios de comunicação e preocupação obsessiva pelo que é imutável. Leo Kanner (1943) não fez estimativas dos possíveis números de pessoas com essa condição, entretanto pensou ser uma condição rara. Lotter (1966) realizou um estudo epidemiológico de crianças com o padrão de comportamento descrito por Kanner no antigo condado de Middlesex e chegou a uma taxa de 4,5 por 10,0 crianças.

A partir de dados levantados por Mastroianni (2018), existem ao redor do mundo mais de 70 milhões de pessoas que sofrem de Transtorno do Espectro Autista (TEA). No Brasil ainda não há estudos, porém estima-se que o número de pessoas com TEA seja aproximado a dois milhões (STOCK, 2018).

Pessoas com TEA têm o comportamento prejudicado por conta de suas dificuldades de interação social e habilidades comunicativas. O processo de aprendizagem é afetado muitas vezes pela falta de compreensão sobre o que lhes é exigido, o que acaba levando à ausência de respostas por sua parte (BOSA, 2002). Outros motivos que dificultam o processo de ensino-aprendizagem são a falta de orientação, estrutura e recursos pedagógicos adequados em ambientes educacionais (SANT'ANA, 2005).

A inclusão escolar das pessoas com TEA é de grande importância para seu desenvolvimento. Estudos demonstram que o convívio de crianças portadoras do TEA com pessoas da mesma faixa etária pode estimular suas capacidades de interação social e reduzir seu isolamento (CAMARGO e BOSA, 2009). Mesmo que elas tenham dificuldades no processo de aprendizagem, as experiências sociais podem trazer benefícios ao seu desenvolvimento (KARAGIANNIS, STAINBACK e STAINBACK, 1999).

Tendo em vista a inclusão escolar, vários pesquisadores têm proposto o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação. O uso da tecnologia possibilita o surgimento recursos didáticos inovadores que melhoram o desenvolvimento de pessoas que necessitam de medidas educativas especiais (BARBOSA, 2009). Os ambientes computacionais podem viabilizar a construção do conhecimento e potencializar as habilidades cognitivas e sócio afetivas se usados como ferramenta para ampliar a comunicação, linguagem, autonomia e a interação entre os indivíduos (PASSERINO, 2005). Estudos mostram que crianças com TEA sentem-se atraídas por dispositivos tecnológicos (GOLDSMITH, 2004) e que simples aplicações, como jogos por exemplo, fazem com que elas se sintam seguras para deixar o isolamento (SOUZA, 2014). Há casos relatados de crianças com autismo que diminuíram seu isolamento social jogando o *game* Pokémon GO (HYPESCIENCE, 2016), (BBC BRASIL, 2016), (VEJASP, 2016).

Diversas aplicações têm surgido com o intuito de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e socialização de crianças com TEA. Entre essas aplicações pode-se citar o uso dos jogos sérios. Os jogos sérios são sistemas que passam algum conteúdo através de mídias de artes dos jogos. Através deles é possível transmitir lições e proporcionar novas experiências aos jogadores (MICHAEL e CHEN, 2006). Em geral os jogos sérios utilizam tecnologias de imersão como a Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV). Essas tecnologias fornecem ambientes ricos e interativos que excitam a curiosidade e entusiasmo para seu uso (BRAGA, 2001).

A partir do cenário descrito anteriormente optou-se por desenvolver um jogo sério com recursos de RA e RV, cujo objetivo é auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de crianças portadoras de TEA e reduzir seu isolamento social.

2. Referencial teórico

2.1. Autismo

Segundo a *National Autistic Society*, o autismo pode ser definido como desordem do desenvolvimento que se manifesta durante toda a vida, afetando a forma como as pessoas se comunicam e relacionam com outras (THE NATIONAL AUTISTIC SOCIETY, 2003). O Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM) define o Transtorno do Espectro Autista como um grupo de desordens do desenvolvimento do cérebro (APA, 2014). Já a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID) conceitua o Transtorno do Espectro Autista como “participantes de um grupo de transtornos que podem ser caracterizados pelas reações quanto às interações sociais e durante a comunicação. Apesar dessa definição, tais reações podem variar dependendo do grau em que se encontra” (CID, 2018).

Barbosa (2009) listou em seu trabalho um conjunto de características que pessoas com TEA podem apresentar. Estas características são listadas a seguir:

- Comportamento inapropriado em diferentes situações para a idade;
- Dificuldade de relacionamento com as outras pessoas;
- Riso inapropriado;
- Pouco ou nenhum contato visual;
- Insensibilidade à dor, aparentemente;
- Preferência pela solidão;
- Rotação de objetos;
- Fixação em objetos de forma inapropriada;
- Hiperatividade ou inatividade extrema;
- Inexistência de resposta aos métodos normais de ensino;
- Perseverança pela repetição de movimentos e palavras;
- Resistência à mudança de rotinas;
- Ausência de medo ao perigo real;
- Dificuldade em expressar as suas necessidades;
- Irregularidade motora.

Lorna Wing (1998) identificou uma tríade de déficits que caracterizam o autismo, sendo esta tríade utilizada posteriormente em critérios de diagnósticos. Fazem parte desta tríade a interação social, a linguagem e comunicação, e o comportamento estereotipado.

Com relação à interação social Hobson (1993) apud Passerino (2005) afirma que o autista apresenta limitação ou deficiência em criar um significado para a interação social tendo, assim, dificuldades de participar de uma. Muitas vezes, estes indivíduos apresentam dificuldades em compartilhar a atenção com parceiros (PASSERINO, 2005). Jordan e Powell (1995) indicam que crianças autistas possuem pouca ou nenhuma estratégia para compartilhar a atenção com outros indivíduos. Além disso, evitam o contato visual com frequência e também demonstram indiferença afetiva ou demonstrações inapropriadas de afeto e falta de empatia social ou emocional (PASSERINO, 2005) (BARBOSA, 2009).

Em relação à linguagem e comunicação, existem déficits tanto na comunicação verbal como na não-verbal. Algumas crianças podem até não desenvolver habilidades de comunicação. Já outras, podem apresentar linguagem imatura caracterizada por uso de jargões, ecoalia (repetição automática de palavras), prosódia anormal (pronúncia incorreta de acentuação), entre outros. Já as crianças que possuem capacidade de expressar-se podem não ter habilidades em iniciar ou manter uma conversa apropriada, demonstrando falta de reciprocidade, dificuldades em compreender as sutilezas da linguagem (tais como piadas ou sarcasmo, onde em alguns casos os sujeitos autistas parecem perceber tudo num sentido literal) e também dificuldades para interpretar linguagem corporal e expressões faciais (PASSERINO, 2005) (BARBOSA, 2009).

No âmbito do comportamento estereotipado, pode-se destacar a resistência à mudanças (sendo muito avessos a qualquer modificação), insistência em determinadas rotinas, apego excessivo a determinados objetos ou fascínio por movimentos como rodas ou hélices. Pode-se destacar também a ecoalia como comportamento estereotipado (PASSERINO, 2005) (BARBOSA, 2009).

2.2. Jogos Sérios

De acordo com Abt (1987), os Jogos Sérios são diferenciados dos jogos convencionais pois apresentam características explícitas e cautelosamente projetadas com a finalidade de promover educação, não destinando-se somente ao fator diversão. Um dos aspectos essenciais para o uso desta técnica é a alta motivação gerada no aprendizado de conceitos de forma fácil e rápida assimilação.

Já Blackman (2005) afirma que os Jogos Sérios são jogos de computador que utilizam simulações que cobrem a indústria fora do contexto dos jogos, cuja finalidade não é meramente o entretenimento. Michael e Chen (2006) definem alguns aspectos nos quais os Jogos Sérios são incluídos, sendo estes, ensino, aprendizagem, apresentação de informação, sendo útil para todas as idades. Esta técnica é aplicada em áreas como política pública, defesa, gerenciamento de corporações, saúde, educação, entre outros (ZYDA, 2005).

As vantagens do uso deste método decorrem do fato de que aprendizes experimentam situações que são impossíveis de acontecer no mundo real por razões de custos, segurança, entre outros; além de envolver o usuário em sua caminhada pedagógica podendo ter impacto positivo no desenvolvimento de diferentes habilidades, tais como capacidades analíticas e espaciais, estratégicas, capacidades de aprendizagem, reconhecimento e outros. Possibilitam também a melhoria do auto monitoramento, reconhecimento e resolução de problemas, habilidades sociais, como colaboração e negociação (KATSALIAKI e MUSTAFEE, 2012).

Os Jogos Sérios têm se difundido nas mais diversas áreas de aplicação com intuito de melhorar aspectos de ensino e aprendizagem, bem como complementar habilidades específicas dos usuários. Entre os ramos nos quais os jogos sérios estão presentes, pode-se destacar a área acadêmica, governamental e organizacional, que buscam principalmente exercitar práticas de resolução de problemas.

2.2.1. Jogos sérios aplicados a autismo

No mundo autista há um crescente número de jogos seriamente projetados para proporcionar aprendizado, socialização e comunicação. Estes jogos focam nos déficits apresentados por estas pessoas. Os resultados alcançados têm demonstrado que os Jogos Sérios são um importante aliado no tratamento destas crianças provendo novas formas de terapia (ABC NEWS, 2018). A maioria dos Serious Games destinados a pessoas com autismo foram desenvolvidos para terapia, educação (aprendizagem e treinamento) e para melhorar a habilidades de comunicação (NOOR *et al*, 2012).

Os aplicativos ComFiM (Ribeiro e Raposo) e *Open Autism Software* (HOURCADE *et al*, 2013) são exemplos de jogos colaborativos dedicados a incentivar interação social positiva entre crianças autistas usando um tablet com tela sensível ao toque. Da mesma forma, o GameBook (Cunha *et al*, 2016) é um aplicativo móvel de contador de histórias interativo que visa melhorar as habilidades sociais e cognitivas, promovendo motivação e imaginação. Barajas *et al*. (2017) desenvolveram em seu trabalho uma ferramenta de terapia lúdica que visa melhorar as habilidades sociais e cognitivas das crianças autistas usando interface de usuário tangível (TUI) e interface gráfica de usuário (GUI). Desenvolvido por Van Veen *et al*. (2009), Racketeer é um jogo sério de aprendizado para crianças autistas com o objetivo de melhorar suas habilidades matemáticas e ajudando-os a cooperar com os outros.

2.3. Realidade Virtual

Segundo Latta *et al*. (1994), a Realidade Virtual pode ser descrita como uma interface homem-máquina avançada, cujo objetivo é simular um ambiente do mundo real de forma realística. Este ambiente permite que ocorram interações entre o homem e os objetos nele inseridos, para que as sensações que estão associadas ao mundo real sejam sentidas pelo usuário de forma virtual.

Para Earnshaw (2014), Realidade Virtual é caracterizada como uma ilusão de participação em um ambiente sintético, que é apresentada na forma tridimensional. Algumas das formas de interação se dão por meio de *displays* para a cabeça, aparelhos para mãos ou corpo e elementos sonoros. No mais, RV possibilita uma experiência imersiva e multissensorial.

O uso da Realidade Virtual permite que habilidades e conhecimentos do usuário sejam utilizados para manipular objetos virtuais. Normalmente, esse tipo de interação acontece por meio de dispositivos como capacete, luvas, entre outros. O objetivo é o de prover a sensação de atuação dentro do ambiente virtual, sendo possível realizar ações de apontar, pegar, manipular objetos, tudo em tempo real (KIRKNER e SISCOUTTO, 2007).

Um dos principais aspectos sobre o ambiente virtual é a interação com o usuário, que está diretamente relacionada com a capacidade do computador detectar e reagir às ações do mesmo. Assim, o sistema computacional pode promover alterações na

aplicação, enquanto o usuário vê as cenas sendo alteradas em tempo real. Atualmente diversas aplicações já fazem uso desta tecnologia, estando presente nos setores educacionais, do entretenimento, aplicações médicas, entre outros.

2.3.1. Realidade Virtual aplicado a autismo

Estudos realizados na Universidade Newcastle, demonstraram que algumas crianças com TEA venceram seus medos de sair de casa, após serem treinadas em ambientes de RV (SCIENTIFIC AMERICAN, 2014). O uso da RV permite a criação de ambientes capazes de auxiliar no desenvolvimento de habilidades específicas destas pessoas, dando suporte à comunicação e participação social (REAB, 2016). Um dos seus fatores positivos é permitir a possibilidade de que instrutores, terapeutas e prestadores de serviços ofereçam uma plataforma ambiental segura, repetível e diversificável que pode beneficiar a aprendizagem dos indivíduos com TEA (REAB, 2016). Acredita-se que a ela ofereça benefícios especiais para crianças autistas, principalmente porque ela pode oferecer simulações autênticas do mundo real em um ambiente cuidadosamente controlado e seguro (PARSONS e COBB, 2011). A tecnologia de realidade virtual tem sido proposta para enfrentar as dificuldades sociais do mundo real vividas por crianças com autismo, oferecendo vantagens e benefícios para o treinamento de habilidades sociais (PARSONS e COBB, 2011).

2.4. Realidade Aumentada

Segundo Kirner e Siscouto (2007), a Realidade Aumentada pode ser definida como um ambiente real que é enriquecido com objetos virtuais. Estes objetos podem ser visualizados utilizando algum aparato tecnológico que funciona em tempo real. No final, o usuário pode ter a sensação de que os objetos virtuais e o mundo real coexistem no mesmo espaço. Já Milgram (1994) afirma que a Realidade Aumentada é uma combinação entre o mundo real e o mundo virtual, que faz uso de ambientes puramente reais e ambientes puramente virtuais.

Azuma (2001) classifica Realidade Aumentada como um sistema que complementa o mundo real com objetos virtuais sintéticos, dando a impressão de coexistência no mesmo ambiente. Suas principais características são apresentadas nos seguintes pontos:

- Combina objetos reais e virtuais no ambiente real
- Executa interativamente em tempo real
- Alinha objetos reais e virtuais entre si
- Aplica-se a diversos sentidos como audição, tato, entre outros

Esta tecnologia pode proporcionar grande impacto na forma de comunicação, visualização e percepção do mundo ao redor do usuário. Existe a possibilidade de acrescentar informações em ambientes puramente estáticos, adicionando assim objetos virtuais de forma a prover maior interação, comunicação e conhecimento para as pessoas.

2.4.1. Realidade Aumentada aplicada a autismo

A RA já vem sendo utilizada com pessoas portadoras do TEA com o intuito de fornecer aprendizado e motivação (REVISTA DIGITAL, 2012). A partir desta técnica é possível auxiliar na construção do conhecimento, tornando prática e dinâmica a interatividade do usuário juntamente com a participação da mobilidade oferecida pelos dispositivos

móveis (FERNANDES *et al*, 2015). Além disso, o uso de realidade aumentada pode trazer benefícios na educação de crianças com TEA (FERNANDES *et al*, 2015).

A RA é uma tecnologia de interface ideal e uma ferramenta útil para oferecer suporte a recursos de crianças autistas (CUNHA *et al*, 2016). Com a RA é possível criar interfaces mais atrativas e interativas que podem ser manipuladas manualmente, sem usar periféricos convencionais, como o teclado ou o mouse (RICHARD, 2007). Tecnologias como a realidade aumentada, tem a capacidade de conquistar a imaginação das crianças e atrair sua atenção, pois elas podem experimentar ambientes artificiais seguros e fascinantes (CUNHA *et al*, 2016).

2.5. Objetos de aprendizagem

Segundo Pereira, Porto e Melo (2002), existem muitas definições para objetos de aprendizagem (OA). Entretanto, há um conceito base que fundamenta todas as definições que dizem que um objeto de aprendizagem é uma porção reutilizável de conteúdo instrucional. Sosteric e Hesemeier (2002) afirmam que objetos de aprendizagem são arquivos digitais, como filmes e imagens, que podem ser diretamente utilizados para fins educacionais e que contêm internamente sugestões sobre qual contexto devem ser utilizados.

Já Audino (2012) define objetos de aprendizagem como materiais de grande importância no processo de ensino e aprendizagem, por possibilitar a capacidade de simulação e animação de fenômenos, bem como o poder de reutilização em outros ambientes de aprendizagem. O mesmo ainda traz uma definição que formulou a partir das definições de outros autores, afirmando que objetos de aprendizagem são:

[...] recursos digitais dinâmicos, interativos e reutilizáveis em diferentes ambientes de aprendizagem elaborados a partir de uma base tecnológica. Desenvolvidos com fins educacionais, eles cobrem diversas modalidades de ensino: presencial, híbrida ou a distância; diversos campos de atuação: educação formal, corporativa ou informal; e, devem reunir várias características como durabilidade, facilidade para atualização, flexibilidade, interoperabilidade, modularidade, portabilidade, entre outras. Eles ainda apresentam-se como unidades autoconsistentes de pequena extensão e fácil manipulação, passíveis de combinação com outros objetos educacionais ou qualquer outra mídia digital (vídeos, imagens, áudios, textos, gráficos, tabelas, tutoriais, aplicações, mapas, jogos educacionais, animações, infográficos, páginas web) por meio da hiperligação. Além disso, um objeto de aprendizagem pode ter usos variados, seu conteúdo pode ser alterado ou reagregado, e ainda ter sua interface e seu layout modificado para ser adaptado a outros módulos ou cursos. No âmbito técnico, eles são estruturas autocontidas em sua grande maioria, mas também contidas, e marcadas por identificadores denominados metadados. (AUDINO, 2012. p.57).

Por conseguinte, objetos de aprendizagem são entidades cuja finalidade é trazer consigo alguma informação ou conhecimento nas mais diversas formas. Não somente isso, mas também é possível sua reutilização em diversos cenários para propiciar aprendizagem e transmissão de conhecimento.

3. Desenvolvimento

Essa seção é destinada para demonstrar o desenvolvimento das principais partes do jogo e está organizada da seguinte maneira: Na subseção 3.1 o jogo é apresentado explicando detalhes da jogabilidade e os seus objetivos. Em seguida, a subseção 3.2 apresenta a

engine do jogo e o seu funcionamento. Na sequência, a subseção 3.3 abrange as cenas em que o jogo se divide. A subseção 3.4 trata do sistema de movimentação do jogo. Seguida pela subseção 3.5 que detalha o sistema de mapa do jogo. Na subseção 3.6 pode-se ver o processo de modelagem dos personagens. A subseção 3.7 demonstra o sistema de som do jogo. O sistema de mensagem é apresentado na subseção 3.8. Na sequência, a subseção 3.9 demonstra o funcionamento do ajudante. A subseção 3.10 demonstra como foi criado as cenas de RV e RA. Por fim, a subseção 3.11 e 3.12 apresentam respectivamente o banco de dados e o fluxograma do jogo.

3.1. Knowledgemon Hunters

Levando em conta o aumento do registro de crianças com TEA ao redor do mundo, assim como a afinidade que elas têm com tecnologia, foi proposto o jogo *Knoldegemon Hunters* (K-Hunters), um jogo sério em um ambiente 3D que utiliza geolocalização, RV e RA, contendo personagens virtuais geograficamente distribuídos no mundo real, com o intuito de minimizar o tempo de isolamento social por meio da busca desses personagens e auxiliar no aprendizado de crianças com TEA através de OAs que são relacionados aos personagens.

O jogo dispõe de um ambiente tridimensional de busca e visualização de personagens virtuais detentores de conhecimento chamados de *Knowledgemon* (a terminação *mon* abrevia *monster* sendo o personagem dito *knowledge monster*). O jogo roda em plataformas móveis que possuem hardwares de GPS (*Global Position System*), Wifi e Giroscópio, usados respectivamente para localização, acesso ao servidor, e orientação da realidade aumentada e realidade virtual.

A cena principal do jogo apresenta um avatar tridimensional que representa o jogador, sob um mapa do local onde a criança está posicionada no mundo real. A movimentação do avatar é baseada na movimentação da criança, ou seja, quando ela se move no mundo real, o avatar se move pelo mapa no ambiente tridimensional.

O objetivo da criança é buscar os *Knowledgemons* pelo mundo real. Quando ela se aproxima da posição de um *knowledgemon* no mundo real, ele é revelado no mapa virtual, a partir disso a criança pode capturá-lo através da cena de realidade aumentada, e assim pode receber o conhecimento do personagem através de um objeto de aprendizado (OA) que pode ser em formato de vídeo, áudio, imagem ou texto. Após a exibição do conteúdo do OA, caso seja pertinente, são realizadas perguntas sobre o conteúdo visto.

Se o jogo detecta que as crianças com determinado nível de autismo se adaptam melhor à vídeo, então uma criança desse mesmo nível visualizará os conteúdos de seus OAs em formato de vídeo. A arquitetura do sistema pode ser vista na Figura 1.

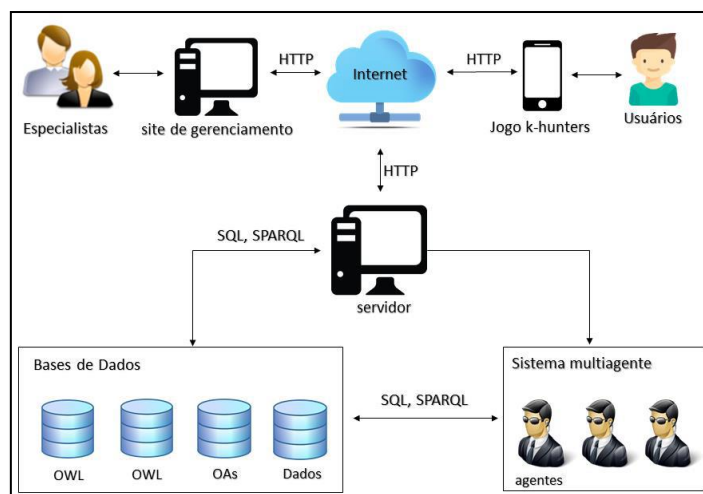


Figura 1: Arquitetura do sistema

A base de dados mantida pelo servidor é composta de duas ontologias, uma para classificar o nível de autismo da criança e outra para adaptar as mídias; os OAs e os dados do jogo. O servidor mantém também um sistema multiagente (SMA) que fica responsável por coordenar as ontologias e adaptar as mídias de exibição dos conteúdos. Além disso, existe um site de gerenciamento e monitoramento do jogo, onde os especialistas podem cadastrar crianças, OAs (relacionando-os a algum personagem) e fazer o monitoramento do desempenho das crianças. Por fim tem-se o jogo por onde ocorre a interação das crianças com o sistema.

O objetivo desse trabalho é demonstrar o processo de criação da aplicação por onde o usuário interage com o sistema, ou seja, o jogo em si.

3.2. Engine do Jogo

Antes de iniciar o processo de desenvolvimento do jogo, deve-se escolher uma *engine* existente ou criar uma especificamente para o jogo. Segundo Brito (2011), *engine* ou motor de jogo é responsável por simular a parte física do mundo real dentro do ambiente do jogo e o nível de complexidade da *engine* define também o nível de realidade que a mesma proporciona ao usuário. Por ser um software de implementação complexa optou-se por escolher uma *engine* já existente, tendo em vista que existem opções avançadas e que são de uso gratuito, dentre essas opções podemos citar a Unity 3D e a Unreal Engine 4 como as mais populares.

Escolheu-se a Unity 3D por ser multiplataforma, dar suporte aos hardwares de GPS, Wifi e Giroscópio que são essenciais para uso do jogo, ser bem documentada, ter uma grande quantidade de tutoriais disponíveis, possuir uma comunidade bastante ativa e ter uma loja onde é possível encontrar vários modelos 3D gratuitos ou pagos.

A Unity 3D trabalha com duas linguagens de programação, C# e Javascript, para o projeto optou-se pelo C# por ser a linguagem mais usada pela comunidade. A programação no Unity acontece através de *scripts* que são atrelados a objetos da cena do jogo, esses scripts controlam tudo que acontece no jogo, com eles pode-se, por exemplo, realizar a movimentação do avatar, instanciar personagens no ambiente, reposicionar objetos, entre outros. A estrutura básica de um *script* é apresentada na Figura 2.

```

1 using System.Collections;
2 using UnityEngine;
3
4 public class ScriptSimples : MonoBehaviour {
5     //area para declaração de variaveis
6     void Start () {
7         //area inicialização de variaveis
8     }
9
10    void Update () {
11        //area de atualização de variaveis
12    }
13 }

```

Figura 2: Estrutura base dos scripts no Unity

Na figura acima, as linhas 1 e 2 são referentes às importações de bibliotecas, a primeira para cálculos e a segunda é para a integração do Unity ao C# (sem ela a linguagem não reconhece os comandos da Unity). A linha 4 é a declaração da classe do *script* na qual deriva de *MonoBehaviour*. O *MonoBehaviour* é a classe base da qual deriva todo *script* Unity, ela detém o ciclo de vida da engine, ou seja, ela é responsável por acionar a inicialização, a atualização, os eventos de entrada, entre outros processos. Na linha 6 e 10 temos as funções do ciclo de vida da engine, a primeira é chamada quando o objeto no qual o *script* está vinculado é instanciado na cena, a segunda é chamada a cada novo *frame* da cena. A Figura 3 ilustra um resumo as etapas do ciclo de vida de um *script* na Unity.

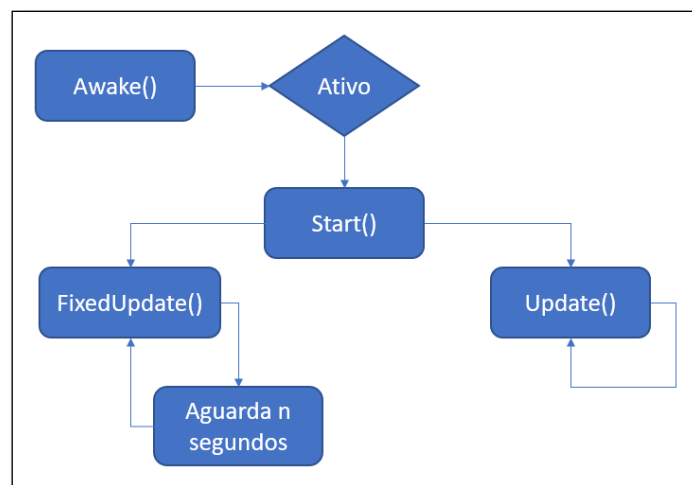


Figura 3: Ciclo de vida do script no Unity

Assim que a cena do jogo é iniciada, a engine executa a função *Awake*, após isso se o script estiver ativo na cena executa-se a função *Start*. Na sequência inicia-se o processo de atualização através das funções *Update* e *FixedUpdate*, a diferença entre as duas é que a primeira sempre é executada após cada novo *frame*, já a outra em certo período de tempo.

3.3. Cenas do Jogo

O Unity funciona com o formato de organização por cenas, onde o jogo é dividido em cenas, por exemplo, cada cena pode representar uma fase de um jogo. O K-Hunters dividiu-se em quatro cenas: (a) cena de login; (b) cena principal; (c) cena de captura em RA; (d) cena de aprendizagem. Todas essas cenas são ilustradas na Figura 4.

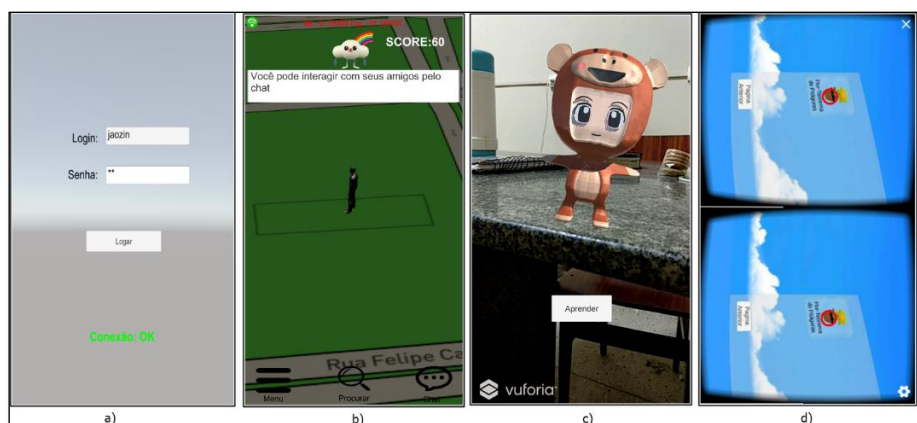


Figura 4: (a) Cena de login, (b) Cena principal, (c) Cena de RA, (d) Cena de RV

A Figura 4.a ilustra a cena de *login* onde a criança coloca seu *login* e senha para jogar em sua conta. A partir da primeira vez que a criança faz o *login* o sistema guarda suas credenciais para que em um próximo acesso ele possa acessar o jogo sem colocá-las. A Figura 4.b ilustra a cena principal onde a criança faz buscas pelos *knowledgemons*, muda configurações do jogo e troca mensagens com outras crianças. A Figura 4.c mostra a cena de realidade aumentada onde a criança efetua a captura do *knowledgemons*. E a Figura 4.d ilustra a cena de aprendizagem que pode ser em realidade virtual se o conteúdo do objeto de aprendizagem for um áudio, um vídeo ou uma imagem, senão exibe o texto normalmente.

3.4. Sistema de Movimentação do Jogo

Como foi dito anteriormente, a movimentação do avatar acontece através da movimentação da criança no mundo real. Para realizar essa tarefa usa-se o GPS do dispositivo. Para o funcionamento correto do jogo é necessário que o dispositivo esteja com o GPS ativado, por isso ao ser aberto o jogo detecta se o GPS está ativado usando o comando *Input.location.isEnabledByUser* que retorna verdadeiro se estiver ativo, se não estiver ativo o jogo aconselha que a criança o ative. Se o GPS estiver ativado, o jogo começa a capturar as coordenadas da criança usando o comando *Input.location.Start()*. Ao entrar na cena principal do jogo, a última coordenada geográfica da criança é capturada usando os comandos *Input.location.lastData.latitude* e *Input.location.lastData.longitude*, a latitude e longitude são usadas para receber o mapa onde a criança está localizada. Conforme a criança vai se movimentando no mundo real, a latitude e a longitude vão se alterando. Ao verificar essa alteração o sistema de movimentação calcula o novo ponto do mapa para qual o avatar vai se mover. Para realizar esse cálculo os seguintes passos são seguidos:

- 1- Transformar latitude e longitude da criança em coordenadas x e y;
- 2- Calcular a variação de x e y em relação ao centro do mapa;
- 3- Calcular o vetor usando x, y e a largura e altura do mapa;
- 4- Calcular a posição do avatar usando o vetor e o mapa através de interpolação;

Cada personagem cadastrado no jogo tem sua própria coordenada geográfica. Conforme a criança se move, o sistema realiza cálculos para verificar se algum *knowledgemon* está no raio da criança.

O cálculo considera as latitudes (ϕ_1 e ϕ_2) de dois pontos P1 e P2 e a diferença entre suas longitudes ($\Delta\gamma$) para encontrar o arco S que une estes dois pontos (MOREIRA, 2017). Em seguida multiplica o resultado encontrado pelo raio da terra obtendo-se assim a distância entre as duas coordenadas. A Equação 1 demonstra como se dá o cálculo para encontrar o arco 's' entre dois pontos:

$$\text{Equação 1: } \cos(s) = \sin(\phi_1) \cdot \sin(\phi_2) + \cos(\phi_2) \cdot \sin(\phi_1) \cdot \cos(\Delta\gamma)$$

Se o personagem estiver próximo à criança, a posição dele é calculada da mesma maneira que a posição do avatar, e então ele aparece no mapa, possibilitando da criança capturá-lo.

3.5. Sistema de Mapa do Jogo

O mapa virtual da cena principal ilustrado na Figura 5, é uma composição de nove planos menores posicionados em forma de matriz. Esses mapas se reposicionam de maneira que o avatar esteja sempre no plano do centro, por exemplo, se o avatar passar do plano 5 para o plano 8, então os planos 1, 2 e 3, se reposicionam respectivamente ao lado dos planos 7, 8 e 9. Esse esquema dá a impressão de que o ambiente é contínuo.

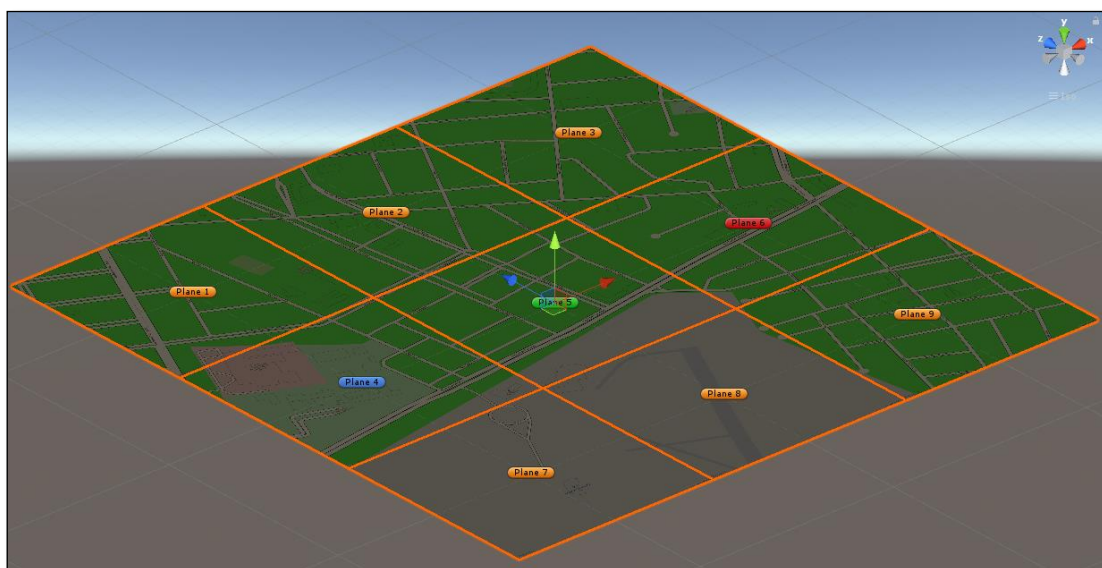


Figura 5: Mapa virtual

Cada plano tem como sua textura uma imagem de uma porção do mapa, as imagens são fornecidas pela API MapBox. A API permite personalizar mapas, definindo-se cores dos locais (ruas, rios, pontes, entre outros), quais informações apresentar (nome das ruas, figuras de instituições), além de funcionalidades de marcação dos mapas (MAPBOX, 2018). Para obter as imagens do mapa é necessário informar o estilo que pode ser padrão ou um personalizado, a coordenada geográfica, o zoom e o tamanho da imagem.

Ao iniciar a cena principal, o avatar é posicionado no centro do mapa, sendo que a coordenada geográfica do jogador é a mesma coordenada do plano central da matriz. As coordenadas dos demais planos são calculadas de acordo com a coordenada do plano central da matriz.

O cálculo consiste em: Dado o ponto de início (latitude ϕ_1 e longitude λ_1), a distância dos pontos (d) e o ângulo (θ); a equação II calcula o ponto final (latitude ϕ_2 e longitude λ_2).

$$\begin{aligned}\text{Equação II: } \phi_2 &= \text{asin}(\sin \phi_1 \cdot \cos \delta + \cos \phi_1 \cdot \sin \delta \cdot \cos \theta); \\ \lambda_2 &= \lambda_1 + \text{atan2}(\sin \theta \cdot \sin \delta \cdot \cos \phi_1, \cos \delta - \sin \phi_1 \cdot \sin \phi_2).\end{aligned}$$

onde, δ é a distância angular d/R ; d sendo a distância dos pontos, e R raio da terra (SINEGLAZOV e ISCHENKO).

Como a superfície da Terra é curva e os mapas são planos, a representação em mapas possui distorções que variam de acordo com o tipo de projeção usada (FARIA, 2019). A API MapBox usa sistema de projeção de Mercator (MAPBOX, 2019), que é baseada na projeção de mapa cilíndrica (PENA, 2019).

A Projeção de Mercator é do tipo conforme, isso significa que mantém o formato dos continentes, porém altera as suas dimensões causando a distorção, nesse caso a distorção é maior em locais próximos aos polos (PENA, 2019). O fator de distorção é de $1/\cos(\theta)$, onde θ é representa a latitude (COOK, 2009). Sendo assim a distância usada na Equação II será: $d \cdot (1/\cos(\theta))$.

3.6. Modelos 3D do Jogo

Os modelos 3D dos personagens foram desenvolvidos no Blender, que é um software gratuito, onde é possível fazer modelagem, manipulação, animação, simulação, renderização, composição e rastreamento de movimento de objetos 3D (BLENDER, 2019). A Figura 6 apresenta imagens dos *knowledgemon*s.

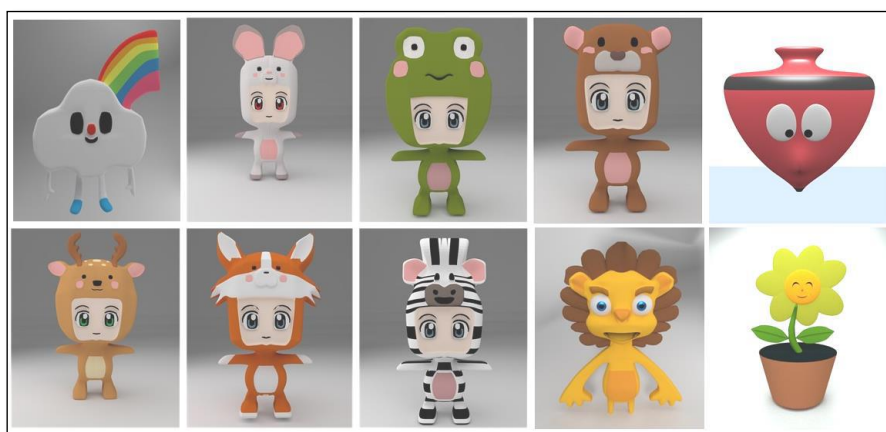


Figura 6: Modelo dos personagens virtuais

Os modelos foram baseados em animais de estimação, tendo em vista que estes apresentam bons resultados ao serem usados em terapias assistivas (MACHADO *et. al.* 2008) (DOTTA *et. al.*, 2012).

3.7. Sistema de sons

Para ter mais imersão, o K-Hunters conta com um sistema de som, que consiste em uma música de fundo e de efeitos sonoros, que são ativados quando um *knowledgemon* aparece no mapa e quando o jogador o captura. Os efeitos sonoros exercem um papel fundamental no jogo. Eles existem especificamente para dar *feedback* aos jogadores, inseri-los no ambiente virtual e proporcionar uma experiência divertida (ISAZA, 2010).

Algumas crianças podem sentir-se incomodadas com os sons do jogo, por esse motivo, no menu de configurações do jogo existe a opção de desativar a música de fundo e os efeitos sonoros, como pode ser vista na Figura 7.a.

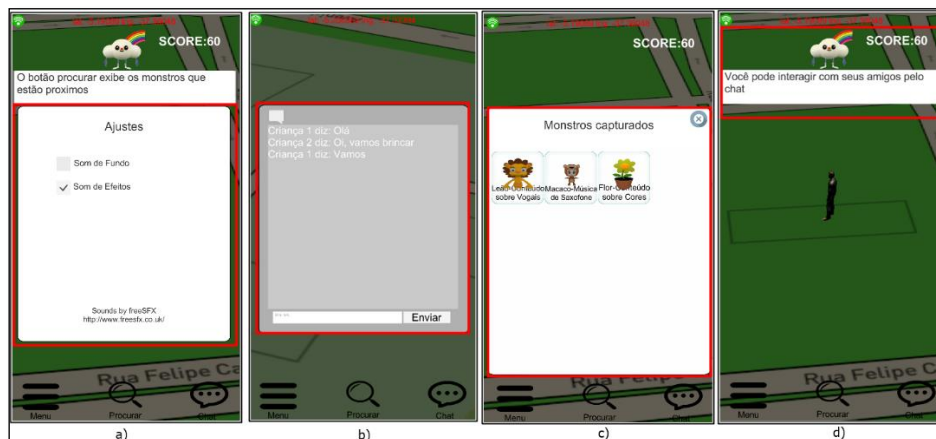


Figura 7: (a) Tela de ajustes do som, (b) Tela do chat de mensagem, (c) Tela da lista de *knowledgemons* capturados, (d) Tela do ajudante

3.8. Sistema de mensagens

O jogo conta com um sistema de *chat* onde as crianças podem interagir através de mensagem de texto. Quando uma mensagem é enviada, todas crianças que estão jogando em um raio de 1km recebem a mensagem. Para isso a mensagem é enviada ao servidor junto com o nome e a coordenada da criança que a enviou.

O cálculo do raio de proximidade é realizado utilizando a Equação I, levando em consideração a coordenada da criança e a coordenada das mensagens enviadas. Assim se a mensagem estiver no raio de proximidade a mensagem é exibida no *chat*. A Figura 7.b ilustra o chat de mensagem.

3.9. Ajudante e *Knowledgemons* Capturados

O K-Hunters mantém a lista dos *knowledgemons* que a criança capturou, assim a partir do momento da captura, ela poderá acessar esse personagem a qualquer instante. A Figura 7.c ilustra a lista de *knowledgemons* capturados.

Para que a criança esteja sempre interagindo com o jogo, o K-Hunters conta com um ajudante virtual, que ajuda e ensina a criança a jogar, dando dicas, informações sobre o jogo e incentivando a criança a buscar pelos *knowledgemons*. Além disso o ajudante verifica a ociosidade da criança no jogo, quando o ajudante percebe que a criança não está interagindo com o jogo, ele busca o personagem capturado pela criança que esteja há mais tempo sem ser acessado e oferece a ela através de um link na caixa de mensagem. Para isso o sistema armazena o histórico de interação com os *knowledgemons*. O Ajudante é ilustrado na Figura 7.d incentivando a interação pelo *chat* de mensagem.

3.10. Cenas RA e RV

A captura do personagem é realizada através de uma cena de realidade aumentada, nessa cena a criança tem que procurar o *knowledgemon* usando a câmera do dispositivo, ao encontrá-lo basta centralizá-lo e acionar o botão capturar (Veja na Figura 4.c). Nesta cena optou-se por usar recurso de realidade aumentada, para tornar o jogo mais atrativo

e mais imersivo. Esse mecanismo foi implementado a partir do framework Vuforia. O Vuforia é um kit de desenvolvimento de software de realidade aumentada (SDK) para dispositivos móveis que permite a criação de aplicativos de realidade aumentada (VUFORIA, 2017). A Figura 8 ilustra o desenvolvimento da cena de RA.

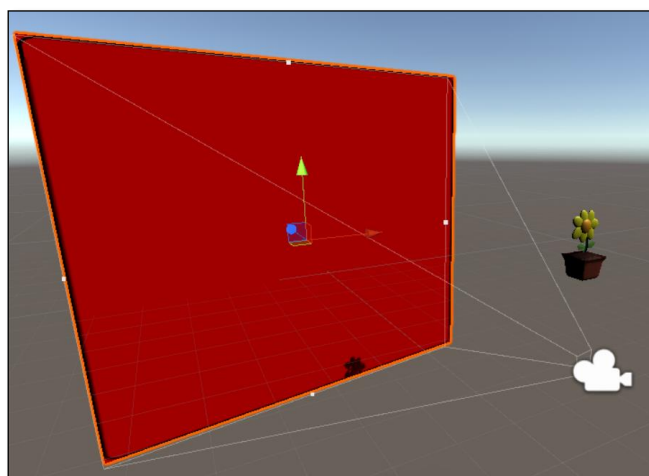


Figura 8: Desenvolvimento da cena de captura

A cena conta com uma câmera que captura as imagens do mundo real. Há também um plano que apresenta as imagens capturadas pela câmera do dispositivo. O *knowledgemon* também faz parte da cena e está em uma posição fixa entre a câmera e o plano. A movimentação do plano está completamente atrelada à movimentação da câmera da cena. Dessa maneira quando a câmera se move, o plano move-se junto. Assim quando a câmera, o *knowledgemon* e o plano se alinham, o *knowledgemon* fica à frente do plano que exibe a imagem da câmera. Esse recurso exibido na tela do dispositivo passa a impressão que o personagem faz parte da realidade (Veja Figura 4.c).

Quando a criança movimentar o dispositivo em busca do *knowledgemon*, a câmera da cena se rotaciona na mesma direção, isso é possível graças ao giroscópio que capta a orientação do dispositivo no espaço. Para captar a orientação do dispositivo no Unity é usado o comando *Input.gyro.attitude*.

A cena de RV, que pode ser vista na Figura 4.d, foi criada com o intuito de oferecer um ambiente imersivo, onde a criança pode interagir com o conteúdo do *knowledgemon* capturado. Para isso foi usado a API do *GoogleVR SDK* que é um *framework* que permite a criação de aplicações em realidade virtual compatíveis com os dispositivos CardBoard e DayDream (GOOGLE VR, 2017).

Nós vivemos em um mundo tridimensional ao qual o cérebro humano está acostumado a interpretar as coisas em 3D (profundidade, altura e largura). Isso porque cada olho capta uma imagem diferente e ao usar os dois olhos o cérebro consegue juntar as imagens em uma coisa, formando assim uma imagem 3D (JORDÃO, 2016). O que o *GoogleVR* faz é dividir a tela em duas partes que têm uma imagem diferente para cada olho, fazendo assim uma simulação do que acontece no mundo real. O óculos de realidade virtual é necessário para que cada olho veja apenas sua parte. Com o giroscópio do dispositivo podemos visualizar todos elementos da cena movimentando a cabeça.

3.11. Banco de dados

O jogo usa a estrutura de cliente/servidor no modelo de duas camadas. A conexão com o servidor é feita através do protocolo http. O Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) utilizado no desenvolvimento foi o MYSQL. Para fazer a conexão com o banco de dados usa-se *scripts* escritos em PHP, que ficam localizados no servidor. Assim todo fluxo de informação entre o cliente e o servidor passa pelos *scripts*. Para isso usa-se a classe WWW do Unity para criar os formulários de requisições direcionados ao *script* PHP intermediário. A Figura 9 apresenta o modelo conceitual do banco de dados.

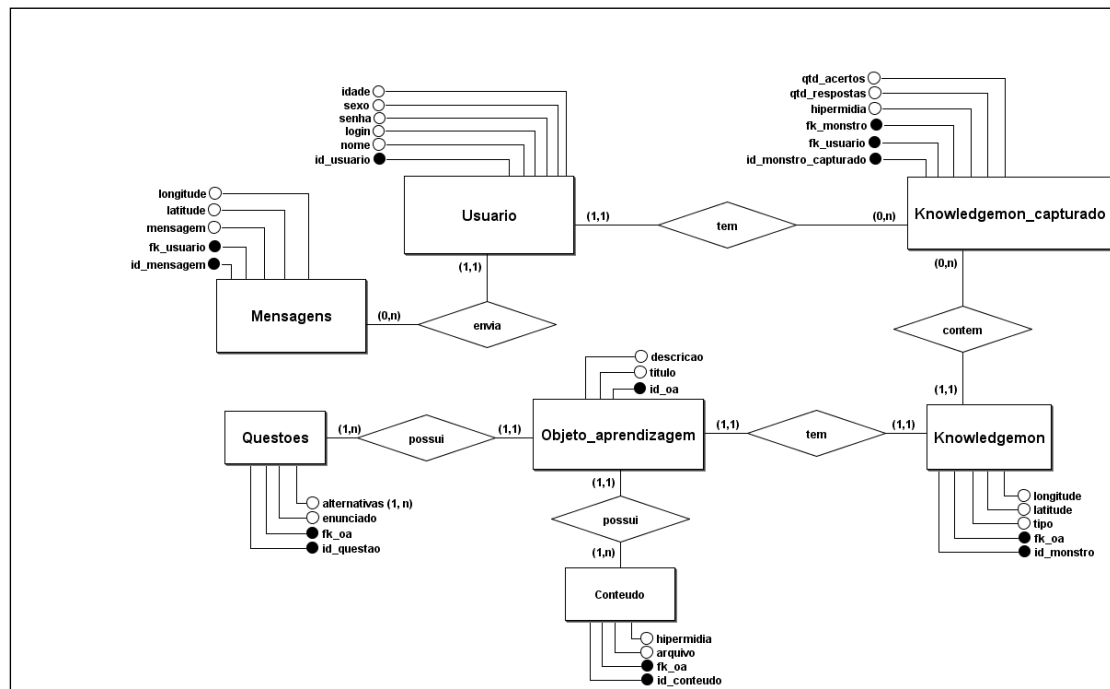


Figura 9: Modelo conceitual do banco de dados

A entidade *Usuario* é usada para armazenar os dados do usuário. A entidade *Mensagem* é usada para armazenar as mensagens que são enviadas pelos usuários. A entidade *knowledgemon_capturado* é usada para relacionar o usuário aos *knowledgemons* que foram capturados por ele. A entidade *knowledgemon* é usada para armazenar os dados do *knowledgemon* e para atribuir um objeto de aprendizagem a ele. A entidade *Objeto_aprendizagem* é usada para armazenar informações dos objetos de aprendizagem. A entidade *Conteudo* é usada para armazenar os conteúdos dos objetos de aprendizagem, um objeto de aprendizagem pode ter mais de um conteúdo. Por fim, a entidade *Questoes* é usada para armazenar questões relacionadas ao objeto de aprendizagem.

Os relacionamentos entre as entidades foram criados seguindo as seguintes premissas: (1) Um usuário envia nenhuma ou várias mensagens e uma mensagem é enviada por um usuário; (2) Um usuário captura nenhum ou vários *knowledgemons* e um *knowledgemon* é capturado por nenhum ou vários usuários; (3) Um *knowledgemon* tem um objeto de aprendizagem e um objeto de aprendizado pertence a um *knowledgemon*; (4) Um objeto de aprendizagem possui um ou vários conteúdos e um conteúdo pertence a um objeto de aprendizagem; (5) Um objeto de aprendizagem possui uma ou várias questões e uma questão pertence a um objeto de aprendizagem. A

premissa 2 descreve um relacionamento N para N, nesse caso foi necessário criar entidade *monstro_capturado* para fazer o intermédio da relação.

3.12. Fluxograma

O fluxograma é uma representação gráfica da sequência das etapas de um processo, ele fornece uma visão global do produto (GONÇALVES, 2019). A Figura 10 ilustra o fluxograma do jogo.

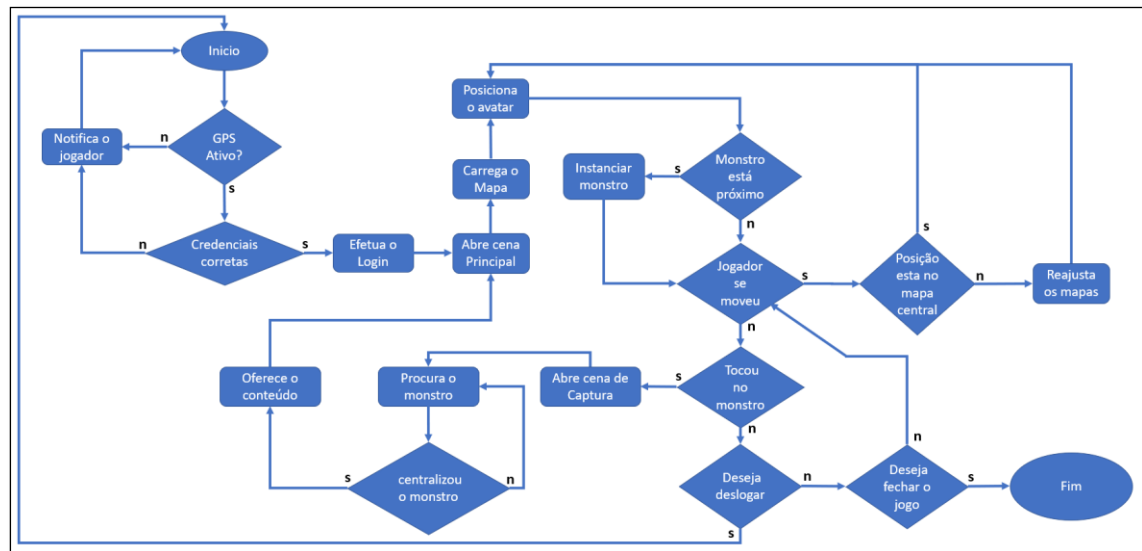


Figura 10: Fluxograma do jogo

O objetivo deste fluxograma é apresentar de forma rápida e descomplicada o fluxo de passos da lógica do jogo.

4. Resultados e discussões

Para validação do jogo, realizou-se uma pesquisa aplicando-se questionários com sete professores especialistas da educação especial e três professores regulares de algumas escolas da cidade de Mossoró/RN, que trabalham com alunos com TEA em suas salas de aula. O questionário foi elaborado seguindo-se a metodologia TAM (*Technology Acceptance Model*), tendo esta o objetivo de apresentar fatores externos relacionados a um sistema de informação, em relação às intenções de uso do próprio sistema (DAVIS, 1989). Davis (1989) afirma que a TAM se fundamenta basicamente em utilidade percebida (grau em que uma pessoa acredita que o uso do sistema pode melhorar suas atividades) e facilidade de uso percebida (grau em que a pessoa acredita que o uso do sistema de informação é livre de esforço).

Diante disso, elaborou-se um questionário contendo dez questões objetivas. As questões objetivas foram formuladas a partir da escala *Likert*. Esta escala visa verificar o nível de concordância do sujeito a partir de várias afirmações que expressam informações favoráveis ou desfavoráveis em relação a um objeto psicológico (WEINERMAN, 1976). Nesta pesquisa utilizou-se as seguintes afirmações na escala Likert:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente

- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

Deste modo, os sujeitos da pesquisa são estimulados a escolher, entre as diversas opções, aquela que mais se aproxima da sua atitude ou opinião em relação às afirmações descritas nas questões. Assim, é possível conhecer estatisticamente a utilidade percebida e facilidade de uso do ponto de vista dos entrevistados.

A primeira parte do questionário se refere à facilidade de uso do jogo, contendo três afirmações que os profissionais podiam discordar ou concordar.

Tabela 1: Afirmativas relacionadas à facilidade de uso do jogo

Afirmativa	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Neutro	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
O jogo oferece uma interface de fácil interação para com a criança.	0%	0%	0%	80%	20%
O Jogo requer muito esforço para ser utilizado	60%	20%	20%	0%	0%
Aprender a dinâmica do jogo foi fácil	0%	0%	0%	60%	40%

A segunda parte do questionário traz consigo questões relacionadas à utilidade percebida do jogo. Esta seção subdivide-se em duas questões objetivas.

Tabela 2: Afirmativas relacionadas à utilidade do jogo

Afirmativa	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Neutro	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
O jogo pode ser utilizado na intervenção junto à crianças e jovens com Transtorno no Espectro Autista	0%	0%	0%	60%	40%
O jogo tem potencial para ser utilizado por mais pessoas	0%	0%	0%	30%	70%

O próximo conjunto de questões está inserido na categoria atitude em relação ao uso do jogo, retratando sobre a capacidade do jogo em reduzir o isolamento social e auxiliar na aprendizagem das crianças. Nesta seção há quatro afirmativas.

Tabela 3: Afirmativas relacionadas à atitude em relação ao uso do jogo

Afirmativa	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Neutro	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
É viável utilizar o jogo como auxílio na aprendizagem das crianças.	0%	0%	0%	50%	50%
É viável utilizar o jogo como ferramenta para minimizar o tempo de isolamento social das crianças.	0%	10%	0%	60%	30%
O jogo pode ser recomendado para ser utilizado por outros profissionais que atuam em saúde mental.	0%	0%	0%	40%	60%
Durante o jogo, é possível proporcionar novas experiências que possam potencializar processos cognitivos	0%	0%	0%	50%	50%

A última etapa do questionário demonstra a intenção comportamental de uso do sistema do ponto de vista dos profissionais. Esta seção contém somente uma questão.

Tabela 4: Afirmativa relacionada à intenção de uso do jogo

Afirmativa	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Neutro	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Pretende utilizar o jogo em suas experiências e suas atividades com crianças e jovens com transtorno do espectro autista.	0%	0%	0%	50%	50%

Por fim, a partir dos dados elencados na entrevista, pode-se dizer que, do ponto de vista dos especialistas, o jogo desenvolvido apresenta uma interface de fácil uso,

além de demonstrar uma dinâmica de fácil entendimento. Os mesmos indicam que o jogo não requer muito esforço para ser utilizado, podendo ser usado na intervenção junto às crianças com TEA e também com outras pessoas que detêm quadros diferentes. Os especialistas indicam ainda que o jogo pode sim ser útil para minimizar o tempo de isolamento social e auxiliar na aprendizagem das crianças. Além disso, os mesmos afirmaram pretender utilizar o jogo em suas atividades com as crianças. Portanto, estes dados demonstram que o jogo tem potencial para ser empregado tanto para reduzir o isolamento social como para auxiliar na aprendizagem de crianças com TEA.

Conclusão

A partir dos resultados apresentados, pode-se comprovar que o jogo apresenta potencial para alcançar os objetivos propostos. Foi-se demonstrado ainda que o mesmo apresenta potencial para ser utilizado por outras pessoas que estão fora da condição do Transtorno do Espectro Autista. Foi indicado também, grande potencial para auxiliar na aprendizagem das crianças, tendo como ponto positivo a possibilidade dos especialistas trabalharem os conteúdos que as crianças necessitam e acompanhar seu desenvolvimento.

Como trabalho futuro pretende-se validar os jogos com crianças reais, podendo assim analisar a real eficiência e eficácia na redução de isolamento social e auxílio de aprendizagem.

Referências

ABC NEWS. “‘Serious games’ for children with autism could provide new therapy options”. Disponível em: <<http://www.abc.net.au/news/health/2016-08-18/serious-games-could-provide-new-therapies-for-kids-with-autism/7700380>>. Acesso em: Novembro de 2018.

ABT, C. C.: “Serious Games”. Lanham, MD: University Press of America. 1st Edition. Vol. 1, pp. 10-14. New York, NY, USA. 1987. ISBN: 0819161489, 9780819161482. (Reprint. Originally published: New York: Viking Press, 1970.)

AJURIAHUERRA J., Las Psicosis Infantiles (1977). “Manual de Psiquiatria Infantil”, Editora Toray-Masson (Barcelona), 4ª edição; 673-731.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). “Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM 5”. Tradução de Maria Inês Correa Nascimento et al; revisão técnica Aristides Volpato Cordiolo. 5. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2014.

AUDINO, D. F. “Objetos de aprendizagem hipermídia aplicado à cartografia escolar no sexto ano do ensino fundamental em geografia”. Florianópolis: UFSC, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/99501>>. Acesso em: Novembro de 2018.

AZUMA, R. et al. (2001) “Recent Advances in Augmented Reality.” IEEE Computer Graphics and Applications, v .21, n.6, p. 34-47.

BARAJAS, A. O.; OSMAN, H. Al; SHIRMOGAMMADI, S. “A serious game for children with autism spectrum disorder as a tool for play therapy”. In: Serious Games and Applications for Health (SeGAH) 2017 IEEE 5th International Conference on, pp. 1-7, 2017.

BARBOSA, H. F. A. “Análise do recurso a novas tecnologias no ensino de autistas”. Diss. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2009.

BBC BRASIL. “Como Pokémon Go transformou vida de jovem com autismo que não conseguia sair de casa”. (2016). Disponível em: <<http://www.bbc.com/portuguese/geral-36964257>>. Acesso em Dezembro de 2018.

BLACKMAN, S. 2005. "Serious Games... and Less!" ACM Siggraph Computer Graphics 39(1):12-16.

BLENDER. "About". Disponível em: < <https://www.blender.org/> > Acesso em 15 de janeiro de 2019.

BOSA, C. A. (2002). "Autismo: atuais interpretações para antigas observações". In C. R. Baptista & C. A. Bosa (Orgs.), Autismo e educação: reflexões e propostas de intervenção (pp. 21-39). Porto Alegre: Artmed.

BRAGA, M. "Realidade virtual e educação". Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 1, p. 1-8, 2001.

BRITO, (2011). "Blender 3D: jogos e animações interativas". São Paulo: Novatec.

CAMARGO, S.; C., A., BOSA.: "Competência social, inclusão escolar e autismo: revisão crítica da literatura". (2009) Psicologia & sociedade. São Paulo SP. Vol. 21, n. 1 (jan./abr. 2009), p. 65-74.

CLASSIFICAÇÃO ESTATÍSTICA INTERNACIONAL DE DOENÇAS E PROBLEMAS RELACIONADOS À SAÚDE - CID-10. Disponível em: <http://www.datasus.gov.br/cid10/V2008/WebHelp/f30_f39.htm#F32>. Acesso em Dezembro de 2018.

CUNHA, P. et al. "Augmented reality for cognitive and social skills improvement in children with asd". In: 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), pp. 334-335, 2016.

COOK, Jonh. D. "Mercator projection"; Jonh D. Cook, 15 de setembro 2009. Disponível em <<https://www.johndcook.com/blog/2009/09/15/mercator-projection/>>. Acesso em 15 de janeiro de 2019.

DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. "User Acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. Manage sci"., New York, v. 35, n. 8, p. 982-1003, 1989.

DOTTA, L.T. LEONEL, A.M.; BRONZANTTI, B.M. "TERAPIA ASSISTIDA POR ANIMAIS COM CRIANÇAS AUTISTAS". 2012. Artigo - Curso de Terapia Ocupacional, Centro Universitário Franciscano - Unifra, Santa Maria, 2012.

EARNSHAW, Rae A. (Ed.). "Virtual reality systems". Academic press, 2014.

FARIA, Caroline. "Distorções de Mapas. InfoEscola". Disponível em: <<https://www.infoescola.com/cartografia/distorcoes-de-mapas/>>. Acesso em: 14 de janeiro de 2019.

FERNANDES, F. G., OLIVEIRA, L. C. D., Rodrigues, M. L., & Vita, S. S. B. V. "Sistema para auxílio na alfabetização de crianças com autismo utilizando realidade aumentada para dispositivos móveis". <<https://docplayer.com.br/storage/59/43278704/1548955983/IjvwjEMqzHLQpP5atMLnRQ/43278704.pdf>>. Acesso em Dezembro de 2018. v. 29, n. 10, p. 2015, 2014.

GILBERT, C.: "Autism and pervasive development disorders". (1990). In Journal of Child Psychology and Psychiatry. 31, 99-119.

GOLDSMITH, T. R.; LEBLANC, L. A. "Use of technology in interventions for children with autismo". Journal of Early and Intensive Behavior Intervention, 1:166-178, 2004.

GONÇALVES, Victor. "Fluxograma o que é e como fazer". Disponível em <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/fluxograma>> Acesso em 15 de janeiro de 2019.

GOOGLE VR. “Google VR SDK for Unity”. Disponível em: <<https://developers.google.com/vr/unity/>> Acesso em Setembro de 2018.

HOURLCADE, J. et al. “Evaluation of tablet apps to encourage social interaction in children with Autism Spectrum Disorders”. In: Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. 3197-3206, 2013.

HYPESCIENCE. “Como Pokémon Go está ajudando crianças com autism e Asperger”. (2016) Disponível em: <<http://hypescience.com/como-pokemon-go-esta-ajudando-criancas-com-autismo-e-asperger/>>. Acesso em Dezembro de 2018.

ISAZA, Miguel. “Aaron Marks Special: Function of Game Sound Effects”. (2010). Disponível em <<http://designingsound.org/2010/10/15/aaron-marks-special-function-of-game-sound-effects/>> Acesso em 15 de janeiro de 2019.

JORDAN, R. e POWELL, S. “Understanding and Teaching Children with Autism”. West Sussex, England: John Wiley&Sons Ltd, 1995.

JORDÃO, Fabio. “Entenda como funciona a realidade virtual para smartphones”. (2016). Disponível em <<https://www.tecmundo.com.br/samsung-gear-vr/105725-entenda-funciona-realidade-virtual-smartphones-video.htm>> Acesso em 16 de janeiro de 2019.

KANNER, L. (1943). “Affective disturbances of affective contact”. *Nervous Child*, 2, 217-250.

KARAGIANNIS, A., STAINBACK, S., & STAINBACK, W. (1999). “Fundamentos do ensino inclusivo”. In S. Stainback & W. Stainback (Orgs.), *Inclusão - Um guia para educadores* (M. Lopes, Trad., pp. 21-34). Porto Alegre: Artmed.

KATSALIAKI, K.; MUSTAFEE, N. “A survey of serious games on sustainable development”. In: *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC)*. IEEE, 2012. p. 1-13.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. “Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações”. In: *Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality*, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC. 2007.

LATTA, J. N.; OBERG, D. J.: “A conceptual virtual reality model”. *IEEE Comput. Graph. Appl.*, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, USA, v. 14, p. 23–29, January 1994. ISSN 0272-1716.

LOTTER, Victor. (1966). “Epidemiology of autistic conditions in young children”, In *Prevalence. Social Psychiatry*, 1, pp. 124-137.

MACHADO, J.A.C.; et. al.; “Terapia Assistida por Animais (TAA)”. ; *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*; 10; 1-7; 2008.

MAPBOX. “Build experiences for exploring the world”. Disponível em: <<https://www.mapbox.com/>> Acesso em: Dezembro de 2018.

MAPBOX. “projection”. Disponível em: < <https://www.mapbox.com/help/glossary/projection/> > Acesso em 15 de janeiro de 2019.

MASTROIANNI, Brian. “Autism Spectrum Disorder: Causes, Diagnosis, and Everything About Managing the Condition”. *Everyday Health*, New York, 9 de abril de 2018. Disponível em: <<https://www.everydayhealth.com/autism/#whythere%E2%80%99s-only-one-type-of-autism> >. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

MICHAEL D. and CHEN, S. (2006) “Serious games: games that educate, train and inform, Thomson Course Technology”.

MILGRAM, P. et. al. (1994) “Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum”. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, SPIE, V.2351, p. 282-292.

MOREIRA, J. L. K. “Qual é a Distância entre dois Pontos na Superfície da Terra?”. Disponível em: < <http://staff.on.br/jlkm/geopath/>> Acesso em: Dezembro de 2018.

NOOR, H.A.M.; SHAHBODIN, F.; PEE, N.C. “Serious game for autism children: review of literature”. in: Proceedings of the International Conference on Computer Games, Multimedia and Allied Technology (ICCGMAT '12), 2012.

PARSONS, S.; COBB, S. “State-of-the-art of virtual reality technologies for children on the autism spectrum”. In: European Journal of Special Needs Education, pp. 355-366, 2011.

PASSERINO, L.: “Pessoas com autismo em ambientes digitais de aprendizagem: estudo dos processos de interação social e mediação”. (2005). Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação.

PENA, Rodolfo F. Alves. “Projeção de Mercator”; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/projecao-mercator.htm>>. Acesso em 15 de janeiro de 2019.

PEREIRA, L. M.; PORTO, F. A. M.; MELO, R. N. “Objetos de Aprendizado Reutilizáveis (RLOs): Conceitos, padronização, uso e armazenamento”. Monografia Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2002.

REAB. “Realidade virtual pode ajudar pessoas com Autismo a treinar habilidades”. (2016) Disponível em: <<https://www.reab.me/realidade-virtual-pode-ajudar-pessoas-com-autismo-a-treinar-habilidades/>>. Acesso em Novembro de 2018.

REVISTA DIGITAL. “Uma aplicação de realidade aumentada ajuda a tratar as pessoas com autismo”. (2012) Disponível em: < <https://www.digitalvmagazine.com/pt/2012/03/12/una-aplicacion-de-realidad-aumentada-ayuda-a-tratar-a-personas-con-autismo/>>. Acesso em Novembro de 2018.

RIBEIRO, P. C.; RAPOSO, A. B. “ComFiM: a game for multitouch devices to encourage communication between people with autismo”. In: Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2014 IEEE 3rd Int. Conf. IEEE, 2014.

RICHARD, E. “Augmented reality for rehabilitation of cognitive disabled children: a preliminar study”, In: Virtual Rehabilitation pp. 102-108, 2007.

SANT’ANA, I. M. (2005). “Educação inclusiva: concepções de professores e diretores”. Psicologia em Estudo, 10, 227 - 234.

SCIENTIFIC AMERICAN. “Realidade virtual ajuda pessoas com autismo a vencer medos”. (2014) Disponível em: http://www2.uol.com.br/vivermente/noticias/realidade_virtual_ajuda_pessoas_com_autismo_a_vencer_medos.html. Acesso em Novembro de 2018.

SINEGLAZOV, V.; ISCHENKO, V. “Intelligent System for Visual Navigation”. In: 4th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC) Proceedings, 2016

SOUZA, Hugo. “Autismo, use a tecnologia para ajudar”. (2014). Disponível em: <<https://pplware.sapo.pt/informacao/autismo-use-a-tecnologia-para-ajudar/>>. Acesso em: 11 de novembro de 2018.

STOCK, Adriana. “Quais são as teorias e as pesquisas sobre as possíveis causas do autismo”. BBC Brasil, Rio de Janeiro, 02 de abril de 2018. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-43577510>>. Acesso em: 09 de novembro de 2018.

THE NATIONAL AUTISTIC SOCIETY. Site Oficial. Autism Concept. Disponível em: <<http://www.nas.org.uk>>. Acessado em Dezembro de 2018.

VEEN, M.V.; DE VRIES, A.; CNOSSEN, F. “Improving Collaboration for Children with PDD-NOS using a Serious Game with Multi-touch Interaction”. In: CHI NL, Leiden, the Netherlands, pp. 17-20, 2009.

VEJASP. “Mãe publica post no Facebook para mostrar como Pokémon GO está mudando a vida do filho autista”. (2016). Disponível em: <<https://vejasp.abril.com.br/blog/pop/mae-publica-post-no-facebook-para-mostrar-como-pokemon-go-esta-mudando-a-vida-do-filho-autista/>>. Acesso em: Dezembro 2018.

VUFORIA. “Vuforia is the leading AR platform”. Acesso em Agosto de 2017.

ZYDA, M. 2005. "From Visual Simulation to Virtual Reality to Games." Computer 38(9):25-32

WEINERMAN, C. H. “Escalas de Medicion en Ciencias Sociales”. Buenos Aires: Nueva Vision. 1976.



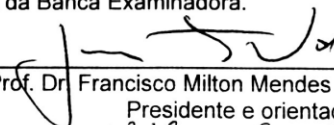
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

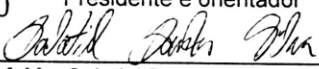
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

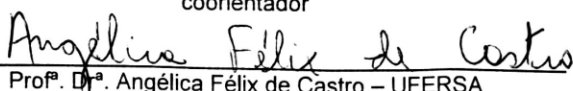
Às 10 horas do dia seis de fevereiro de dois mil e dezenove, no Laboratório de Engenharia de Software (LES) da UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria do aluno **Francisco Tailânio de Macedo**, aluno do curso de Bacharelado em Ciência da Computação desta universidade, N° de matrícula **2014020219**, com o título **“UM JOGO GEORREFERENCIADO COM RECURSO DE REALIDADE AUMENTADA PARA AUXILIAR O APRENDIZADO E DESENVOLVIMENTO DE CRIANÇAS COM AUTISMO”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por quatro membros: Prof. Dr. Francisco Milton Mendes Neto, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Prof. Ms. Salatiel Dantas Silva (coorientador); Prof^ª. Dr^ª. Angélica Félix de Castro, primeiro membro da banca e Prof^ª. Dr^ª. Yáskara Ygara Menescal Pinto Fernandes, segundo membro da banca, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 9,0; 9,0; 9,0; 9,0. Apuradas as notas verificou-se que o aluno foi aprovado com média geral 9,0. E para constar, eu, Francisco Milton Mendes Neto, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

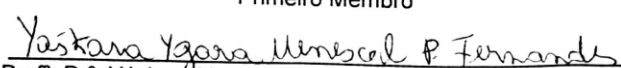
Mossoró, 06 de Fevereiro de 2019.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.


Prof. Dr. Francisco Milton Mendes Neto – UFERSA
Presidente e orientador


Prof. Ms. Salatiel Dantas Silva – UFERSA
coorientador


Prof^ª. Dr^ª. Angélica Félix de Castro – UFERSA
Primeiro Membro


Prof^ª. Dr^ª. Yáskara Ygara Menescal Pinto Fernandes - UFERSA
Segundo Membro