



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

APLICAÇÕES DE REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL PARA AUXILIAR A EDUCAÇÃO

Bruno Dias Martins

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Computação e Informação da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadoras: Claudia Maria Lime Werner
Claudia Susie Camargo Rodrigues

Rio de Janeiro

Setembro de 2018

APLICAÇÕES DE REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL PARA AUXILIAR A EDUCAÇÃO

Bruno Dias Martins

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO E INFORMAÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO DE COMPUTAÇÃO E INFORMAÇÃO

Autor:


Bruno Dias Martins

Orientadora:


Prof. Cláudia Maria Lima Werner, D. Sc.

Orientadora:


Prof. Claudia Susie Camargo Rodrigues, D. Sc.

Examinador:


Prof. Fernando Gil Vianna Resende Junior, Ph. D.

Examinador:


Filipe Arantes Fernandes, M. Sc.

Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Setembro de 2018

MM386a Martins, Bruno
APLICAÇÕES DE REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL PARA
AUXILIAR A EDUCAÇÃO / Bruno Martins. -- Rio de
Janeiro, 2018.
69 f.

Orientadora: Claudia Werner.
Coorientadora: Claudia Rodrigues.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola
Politécnica, Bacharel em Engenharia de Computação e
Informação, 2018.

1. Realidade Aumentada. 2. Realidade Virtual. 3.
Educação. 4. Aprendizado. 5. Gamificação. I. Werner,
Claudia, orient. II. Rodrigues, Claudia, coorient.
III. Título.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Hélio e Maria, e à minha irmã, Tathiana. Dedico também à minha namorada, Camila. E, acima de tudo, aos meus esforços.

Obrigado!

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, que me criaram da melhor maneira possível, através de muito esforço, dedicação e sacrifício. Por estarem sempre ao meu lado desde que nasci, me apoiando e me incentivando a seguir em frente.

Agradeço à minha irmã, que apesar de todas as discussões e desavenças que ocorrem de maneira banal entre irmãos, sempre esteve lá para mim.

Agradeço à minha namorada, que há anos tem paciência ao lidar comigo e que sei que sempre estará lá quando eu precisar. O ombro a que eu recorro para descansar, o ouvido a que eu recorro para reclamar e o abraço a que eu recorro para melhorar tudo.

Agradeço aos meus amigos, que sempre me receberam de braços abertos e ajudaram a afogar todas as mágoas e estresses ou comemorar as alegrias, seja em uma mesa de bar ou em casa.

Agradeço também aos professores deste curso que contribuíram para minha formação como profissional e como pessoa. Sem vocês eu definitivamente não teria me tornado o que me tornei.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à sociedade brasileira por arcar com os custos da minha faculdade, mesmo que de maneira indireta e, por vezes, indesejada. Espero que possa contribuir tanto profissionalmente quanto pessoalmente para dar um retorno a este investimento.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro de Computação e Informação.

APLICAÇÕES DE REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL PARA AUXILIAR A EDUCAÇÃO

Bruno Dias Martins

Setembro de 2018

Orientadoras: Cláudia Maria Lima Werner e Claudia Susie Camargo Rodrigues

Curso: Engenharia de Computação e Informação

Há anos procuram-se práticas que visem melhorar ou auxiliar a educação. Esta busca muitas vezes se apoia no avanço tecnológico de forma a utilizá-lo em salas de aula para melhor apresentar os temas discutidos.

Com o passar dos anos houve diversos avanços nas tecnologias de Realidade Aumentada, que consiste na inserção de objetos virtuais no ambiente real, e Virtual, que consiste na imersão parcial ou completa do usuário em um ambiente virtual.

Com isso, os olhares de alguns pesquisadores e educadores se voltaram para esta nova e emergente tecnologia pensando em como utilizá-la alinhada à educação, de forma a auxiliá-la.

Este projeto, portanto, apresenta os benefícios da utilização destas tecnologias na educação, bem como dois protótipos de aplicações de Realidade Aumentada e Virtual voltadas para o ensino de biologia e geografia, exemplificando então como estas tecnologias seriam utilizadas.

Além disso, este trabalho também compara os protótipos desenvolvidos a quatro soluções similares atualmente comercializadas e descreve um estudo experimental realizado.

Palavras-Chave: Realidade Aumentada, Realidade Virtual, gamificação, educação.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

AUGMENTED AND VIRTUAL REALITY APPLICATIONS TO SUPPORT EDUCATION

Bruno Dias Martins

September/2018

Advisors: Cláudia Maria Lima Werner and Claudia Susie Camargo Rodrigues

Course: Computer and Information Engineering

For years, there have been efforts to improve or support education. These efforts have often relied on technological advancements in order to use it in classrooms to better present the discussed topics.

Over the passing years, there have been several advancements in Augmented and Virtual Reality technologies. The former consists of the insertion of virtual objects into a real environment and the later consists of a partial or complete immersion of the user into a virtual environment.

This way, some researchers and educators have turned their eyes to this new and emerging technology thinking of how to use it aligned with education in order to support it.

This project, therefore, presents the benefits of using these technologies along with education, as well as two Augmented and Virtual Reality application prototypes for the teaching of biology and geography, thus illustrating how these technologies could be used.

In addition, this work also compares these prototypes to four other similar solutions currently on the market and describes an experimental study that was carried out.

Keywords: Augmented Reality, Virtual Reality, gamification, education.

Sumário

Lista de Figuras	X
Lista de Siglas e Abreviaturas	xii
1. Introdução	1
1.1. Motivação	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo Geral.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3. Organização do Trabalho	4
2. Fundamentação Teórica	5
2.1. Realidade Aumentada.....	5
2.2. Realidade Virtual.....	8
2.3. Áreas de Aplicação.....	9
2.4. Dispositivos.....	10
2.5. Gamificação.....	11
2.6. Considerações Finais.....	13
3. Desenvolvimento do Projeto	14
3.1. Ferramentas Utilizadas	14
3.1.1. Unity 3D.....	14
3.1.2. Linguagem de Programação C#.....	15
3.1.3. Vuforia Augmented Reality SDK.....	15
3.1.4. Android SDK	16
3.1.5. Oculus Rift VR SDK	16
3.1.6. Google Street View API	16
3.2. Protótipos.....	17
3.2.1. Aplicação de Realidade Aumentada	17
3.2.2. Aplicação de Realidade Virtual	22
3.3. Considerações Finais.....	27
4. Trabalhos Relacionados	29
4.1. Aplicações de Realidade Aumentada	29
4.1.1. Letters Alive.....	29
4.1.2. SENAI RA	31

4.2. Aplicações de Realidade Virtual	32
4.2.1. ThingLink	32
4.2.2. Unimersiv	33
4.3. Considerações Finais	34
5. Avaliação dos Protótipos.....	35
5.1. Objetivo	35
5.2. Execução	35
5.3. Resultados	36
5.4. Considerações Finais	37
6. Conclusão	38
6.1. Contribuições.....	39
6.2. Limitações	39
6.3. Sugestões de Trabalhos Futuros	40
Referências Bibliográficas	41
Apêndice A	47
Apêndice B	49
Apêndice C	51
Apêndice D	53
Apêndice E	56

Lista de Figuras

Figura 1.	Diagrama de realidade/virtualidade aumentada.....	6
Figura 2.	Monstros e objetos virtuais do jogo Pokémon GO inseridos no mundo real	7
Figura 3.	Exemplo de jogo em realidade virtual	8
Figura 4.	Interface do aplicativo Untappd.....	12
Figura 5.	Interface da ferramenta Unity 3D	14
Figura 6.	Cobertura mundial do Google Street View	17
Figura 7.	Imagem alvo para a aplicação de RA desenvolvida	18
Figura 8.	Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do corpo humano	18
Figura 9.	Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do esqueleto humano	19
Figura 10.	Aplicação sendo executada e apresentando um modelo dos músculos humanos	20
Figura 11.	Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do sistema digestório humano	20
Figura 12.	Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do sistema respiratório humano	21
Figura 13.	Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do coração humano	21
Figura 14.	Imagem utilizada para formar o ambiente de deserto na aplicação.....	22
Figura 15.	Imagem utilizada para formar o ambiente de floresta equatorial na aplicação	23
Figura 16.	Imagem utilizada para formar o ambiente de floresta temperada na aplicação	23
Figura 17.	Imagem utilizada para formar o ambiente de floresta tropical na aplicação	24
Figura 18.	Imagem utilizada para formar o ambiente de savana na aplicação	24
Figura 19.	Imagem utilizada para formar o ambiente de taiga na aplicação	25
Figura 20.	Imagem utilizada para formar o ambiente de tundra na aplicação	25
Figura 21.	Aplicação em execução exibindo as dicas após três erros.....	26

Figura 22. Aplicação em execução exibindo a resposta certa após errar quatro vezes	27
Figura 23. Letters Alive sendo executado e mostrando o modelo de uma girafa	30
Figura 24. Letters Alive sendo executado e mostrando o modelo de um urso realizando a ação mostrada na frase	30
Figura 25. Aplicativo do SENAI RA sendo utilizado.....	31
Figura 26. Aplicativo do ThingLink sendo executado.....	32
Figura 27. Aplicação da Roma Antiga do Unimersiv sendo executada.....	33
Figura 28. Aplicação da Acrópole de Atenas do Unimersiv sendo executada	33

Lista de Siglas e Abreviaturas

API: *Application Programming Interface*

CAVE: *Cave Automatic Virtual Environment*

CIL: *Common Intermediate Language*

CLI: *Common Language Infrastructure*

CLR: *Common Language Runtime*

IDE: *Integrated Development Environment*

QR: *Quick Response*

RA: Realidade Aumentada

RV: Realidade Virtual

RVA: Realidade Virtual e Aumentada

SDK: *Software Development Kit*

SENAI: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

VR: *Virtual Reality*

Capítulo 1

Introdução

1.1. Motivação

Há muitos livros, filmes e histórias em diversas outras mídias de ficção científica que retratam um futuro extremamente tecnológico. Estas mídias costumam apresentar tecnologias que envolvem a visualização de interfaces e dados em ambientes holográficos em três dimensões ou até mesmo experiências de imersão total, normalmente associadas a um mundo virtual de um jogo [1].

Esse tipo de representação das tecnologias, até pouco tempo, era considerado algo de um futuro distante ou até mesmo impossível por alguns. Porém, recentemente houve diversos avanços na tecnologia que estão aos poucos modificando esta visão.

Isto se deve aos recentes avanços nas áreas de Realidade Aumentada (RA), ou a inserção de objetos virtuais no mundo real, e Realidade Virtual (RV), ou a inserção do usuário em um ambiente virtual, que será discutido de maneira mais aprofundada ao longo do segundo capítulo [2] [3] [4]. Tais avanços permitiram não só maior facilidade na criação de aplicações com estas tecnologias, como também, a popularização das mesmas, principalmente, devido aos jogos que vem sendo lançados, cada vez mais, com opção em RA e RV, como por exemplo, Pokemon GO [5] e Resident Evil VII [6].

Graças a popularização destas tecnologias, vê-se aplicações delas sendo utilizadas para os mais diversos propósitos. Tem-se, como principal exemplo nacional, a empresa Petrobrás que já possui mais de dez centros de Realidade Virtual e Aumentada (RVA) espalhados pelo país. Estes centros são usados para visualizações de maquetes tridimensionais e dados de prospecção de petróleo, treinamento de segurança para funcionários, inspeções remotas, entre diversas outras utilidades [7] [8].

Fora do país, tem-se também um aumento no uso de RV em áreas como a medicina, propiciando não só um melhor treinamento e aprendizado de estudantes para operações complexas e sensíveis, como também a possibilidade de operações feitas à

distância, seja por falta de disponibilidade de especialista ou por risco de contaminação. Há também, diversas opções de tratamentos utilizando-se de RA ou RV, como tratamentos de fobias, transtornos de estresse pós-traumático ou até mesmo distraindo pacientes das dores de algumas injeções ou cirurgias [9] [10] [11].

Porém, a principal área de avanço destas tecnologias, talvez, seja mesmo a de jogos. Na medida em que mais jogos estão sendo lançados em RA e RV, buscando maior imersão do jogador com o mundo virtual, tem-se um crescimento deste mercado com expectativas de alcançar mais de 45 bilhões de dólares até 2025 [12].

Não apenas o mercado de software de RA e RV está em alta, como também o mercado de hardware. Segundo a ABI Research [13], há um crescimento esperado de mais de 80% até 2020.

Devido a estes e outros avanços tecnológicos das últimas décadas, vivemos uma época em que a maioria das pessoas tem acesso desde cedo a diversas tecnologias [14]. Vê-se, gradativamente, crianças passando cada vez mais tempo em frente a celulares e computadores. Isto se reflete inclusive nos momentos de estudo, onde a criança transfere o foco para o lazer proporcionado por estas tecnologias, quando este deveria estar no aprendizado [15].

Porém, é de se esperar que estas tecnologias façam parte da nossa sociedade e do nosso modo de viver em um futuro próximo. Portanto, não seria inusitado visualizar estas tecnologias sendo utilizadas desde os primeiros anos da educação. Em alguns países, isto já é realizado com sucesso, como por exemplo na Academia St. Wilfrid na Inglaterra [16].

Desta forma, utilizam-se estas tecnologias de maneira positiva, de forma que auxilie o educador a aproximar o foco da criança para os estudos e para a busca pelo conhecimento.

Pode-se então, imaginar uma solução mais abrangente para o ambiente escolar, de forma a iniciar abordagens de RVA para o auxílio da educação.

Para atingir este objetivo, pensou-se em desenvolver aplicações em RVA, pois ambas tecnologias têm, segundo Cardoso [4], Rodrigues et al [17] Tori [18] e a empresa Flex Interativa [19] [20] [21], diversos fatores benéficos para a educação, como:

- Motivação e engajamento dos estudantes, por se tratar de uma experiência imersiva;
- Promoção de um ensino mais criativo e dinâmico;
- Colocação do aluno no centro do processo de aprendizagem;

- Permitir detalhamento de objetos e cenários;
- Permitir repetição de experimentos de maneira atemporal; e
- Permitir utilização e/ou visualização de objetos e/ou lugares que não poderiam de outra forma ser utilizados e/ou visualizados;

Considerou-se então o desenvolvimento de uma aplicação para cada uma das tecnologias. Para a aplicação de RA pensou-se primeiro em quais matérias escolares poderiam se beneficiar da apresentação de um objeto em 3D que não possuía fácil visualização através de livros. Logo, apresentou-se duas possibilidades de matérias: química, com suas moléculas e geometrias moleculares, e biologia, com seus sistemas do corpo humano e diversos órgãos. O segundo foi o escolhido devido à alta complexidade do primeiro, que requereria uma equipe de desenvolvimento maior.

Enquanto que para a aplicação de RV pensou-se em quais matérias poderiam se beneficiar da inserção do aluno em um ambiente virtual. Para tal apresentou-se também duas possibilidades: história, introduzindo o aluno em ambientes históricos enquanto este assiste ao desenrolar de eventos passados, e geografia, introduzindo o aluno em locais diversos que ele não poderia ir facilmente através da escola para estudar as informações dadas em sala. O segundo foi escolhido, também, devido à alta complexidade do primeiro que requereria uma equipe de artistas para modelar e animar os ambientes e personagens do passado.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada e Virtual voltadas para a área educacional de forma a auxiliar alunos e professores na tarefa do aprendizado e ensino. Para fins deste projeto o escopo foi reduzido para o auxílio em duas matérias escolares: biologia e geografia.

1.2.2. Objetivos específicos

- Implementar duas aplicações:
 - Uma aplicação de Realidade Aumentada voltada para o ensino de biologia
 - Uma aplicação de Realidade Virtual voltada para o ensino de geografia, utilizando-se de gamificação
- Comparar o projeto com outros trabalhos relacionados
- Realizar uma avaliação das aplicações desenvolvidas

1.3. Organização do Trabalho

O presente trabalho se dispõe da seguinte maneira:

Capítulo 1. Introdução: Apresenta as motivações e objetivos do projeto.

Capítulo 2. Fundamentação Teórica: Descreve os conceitos teóricos importantes para o trabalho.

Capítulo 3. Desenvolvimento do Projeto: Fornece explicações sobre as ferramentas utilizadas, o desenvolvimento e tomadas de decisão do projeto, bem como sobre o funcionamento do mesmo.

Capítulo 4. Trabalhos Relacionados: Apresenta trabalhos relacionados de autores existentes na literatura.

Capítulo 5. Avaliação dos Protótipos: Descreve uma avaliação experimental realizada e os resultados obtidos.

Capítulo 6. Considerações Finais: Apresenta a conclusão, limitações do projeto e sugestões de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Apesar de se tratarem de duas tecnologias diferentes, a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) possuem diversas semelhanças. Ambas tratam da utilização de objetos virtuais de forma a gerar um certo grau de imersão ao usuário, ou seja, fazer com que o usuário se sinta parte do mesmo ambiente, em que os objetos virtuais se encontram. Esta imersão vem sendo utilizada para propiciar melhorias e auxílios em diversas áreas desde a criação destas tecnologias.

O presente capítulo pretende, portanto, apresentar estas tecnologias e seus conceitos, bem como dispositivos necessários para utilizá-las e as áreas em que podem ser utilizadas. Por fim, o capítulo também apresenta o conceito de gameficação, que pode ser utilizado em conjunto à Realidade Virtual e Aumentada (RVA) para auxiliar na manutenção do foco do usuário, bem como no engajamento.

2.1. Realidade Aumentada

Ao se tratar de elementos virtuais, é possível se localizar em qualquer ponto do diagrama de realidade/virtualidade contínua, como pode ser visto na Figura 1. Nos extremos deste diagrama encontram-se ambientes completamente reais, que é o caso do mundo real em que vivemos, e ambientes completamente virtuais, que é o caso de um jogo, que possui locais e objetos virtuais e todas as interações também ocorrem virtualmente.

Entre estes dois extremos existe todo um espectro que é chamado de Realidade Misturada, onde tem-se a combinação entre o ambiente real e o virtual em diferentes graus. Esta pode ser dividida entre RA e Virtualidade Aumentada [22].



Figura 1 - Diagrama de realidade/virtualidade contínua.
 Fonte: Milgram [2] apud [22]

Milgram [2] define a RA como “a mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto da realidade/virtualidade contínua que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais”. Enquanto Insley [3] a define como “a melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais gerados por computador”.

A RA, portanto, ocorre nesta combinação de ambientes real e virtual onde o primeiro prevalece, tendo a presença de objetos virtuais no mesmo, enquanto a Virtualidade Aumentada ocorre quando há a prevalência do ambiente virtual, com a presença de objetos reais em meio a virtualidade.

Um bom exemplo de RA é o recente jogo lançado para celulares, Pokemon Go [5]. Neste jogo é possível caminhar pelo mundo real e capturar pequenos monstros virtuais, chamados Pokemons, que são inseridos no mundo real através da câmera do celular, como pode ser visto na Figura 2.

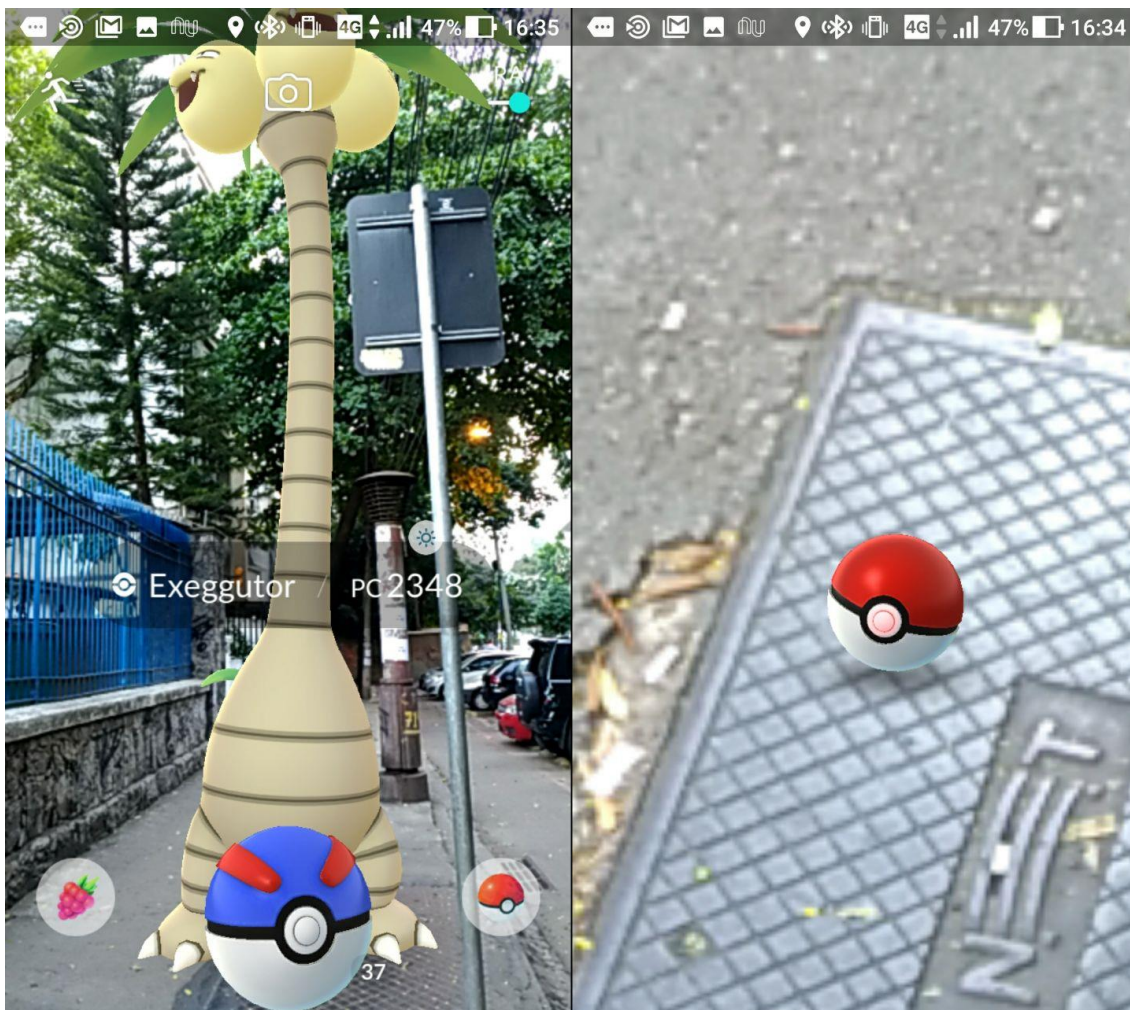


Figura 2 – Monstros e objetos virtuais do jogo Pokemon GO inseridos no mundo real.
Fonte: Produzido pelo autor.

Como exemplo de Virtualidade Aumentada podem ser citados filmes que utilizam cenários virtuais, como é o caso do filme de sucesso Avatar. Neste filme, todo o cenário é criado digitalmente e, em cima dele, são colocados os atores do filme. Desta forma, no resultado final temos os “objetos”, que são os atores, presentes em meio ao ambiente virtual.

Para utilizar a tecnologia de RA é necessário um dispositivo tecnológico capaz de processar a imagem real e projetar sobre ela o objeto virtual em tempo de execução. Normalmente, utiliza-se para este fim um computador com webcam ou um celular smartphone.

2.2. Realidade Virtual

A RV consiste na criação de um ambiente artificial virtual no qual o usuário será inserido, de forma que o mesmo sinta que está imerso parcial ou totalmente naquele ambiente, podendo interagir com ele e isolando-se, em menor ou maior grau, do ambiente real. Tal interação pode ser mais ou menos limitada, bem como o isolamento do ambiente real, influenciando também no grau de imersão que o usuário terá em relação àquele ambiente virtual [4].



Figura 3 - Exemplo de jogo em Realidade Virtual. No canto esquerdo superior pode-se observar o usuário utilizando o dispositivo Vive.

Fonte: Canal GT Live no Youtube [23].

Para utilizar desta tecnologia é necessário um dispositivo tecnológico capaz de processar e renderizar o ambiente virtual, bem como apresentar este ambiente ao usuário de forma a isolar os estímulos reais. Idealmente utiliza-se um computador ou videogame aliado a um óculos de RV, como Oculus Rift [24] ou Vive [25] (Figura 3), e fones de ouvido com isolamento externo, porém também há resultados menos imersivos obtidos com celulares e suportes para segurá-los próximo aos olhos, como Gear VR [26] e Google Cardboard VR [27].

2.3. Áreas de Aplicação

Como fora explicitado anteriormente, as tecnologias de RVA podem ser aplicadas a diversas áreas. Dentre elas, pode-se destacar:

- Treinamento: Por apresentar um ambiente virtual, podendo então gerar uma simulação razoavelmente boa e sem riscos, tanto ao usuário quanto financeiros, as tecnologias de RVA são ideais para utilização em treinamento de funcionários. Esse treinamento pode ir desde médicos que podem treinar para uma cirurgia arriscada em um ambiente onde o paciente não corre riscos [9] [10] [11] a treinamentos militares para missões de resgate, invasões ou até mesmo de combate a terroristas [28] [29]. Para demonstrar a eficiência do uso destas tecnologias, Velloso [10] cita o caso da Universidade de Stanford, onde foi desenvolvido um programa de RV para ensaiar uma cirurgia endoscópica dos seios da face previamente à cirurgia real, apontando melhoras significativas nos resultados após a utilização deste método. Enquanto Ackerman [29] cita o tenente-coronel das forças armadas de Israel: “Implementados em abril para treinar uma força especial da unidade de engenharia de combate, os exercícios de RV têm bom custo-benefício e reduzem o tempo de treinamento pela metade”.
- Tratamento médico: Além do potencial de treinamento de médicos, estas tecnologias também podem ser utilizadas para diversos tratamentos, principalmente aqueles de origem psicológicas ou psiquiátricas. Pode-se citar como exemplo tratamentos para fobias, estresses pós-traumáticos ou até mesmo autismo, podendo também ajudar com dores pequenas como de injeções ou maiores como de cirurgias [9] [10] [11].
- Entretenimento: Talvez a área com maior quantidade de aplicações das tecnologias de RVA, tendo diversos exemplos de sucesso, principalmente com jogos. A possibilidade de interagir diretamente com o ambiente virtual e, portanto, se sentir imerso nele atrai muitos usuários. Como grandes exemplos de jogos com RA e RV tem-se Pokemon GO [5] e Resident Evil VII [6], respectivamente.
- Educação: Além do potencial para treinamento de profissionais, as tecnologias de RVA também podem ser usadas de forma similar para o ensino de diversas

disciplinas, abrangendo conhecimentos que vão desde o ensino básico ao superior. Já foram realizados diversos estudos com o intuito de avaliar a eficiência destas tecnologias no ensino, podendo citar aqui “*Learning and teaching in virtual worlds: Implications of virtual reality for education*” de Moore [30] e “*Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning*” de Dunleavy [31], e, como já citado, há locais que já fazem uso delas para o ensino, como é o caso da Academia St. Wilfrid na Inglaterra [16]. Inclusive, no grupo do Laboratório de Realidade Virtual (Lab3D)¹ da COPPE/UFRJ foram desenvolvidos projetos com este mesmo objetivo, apoiar o ensino de uma forma mais atrativa e interessante para o aluno [32] [33] [34]. Segundo Bell e Foglerl [35], a principal vantagem do uso destas tecnologias na educação é a possibilidade de visualizar situações e conceitos que não podem ser vistos de outra maneira. Também é mencionado que, por imergir o aluno, elas também provocam o interesse e o entusiasmo deste, promovendo então um ensino mais dinâmico e criativo que coloca o aluno como centro do processo de aprendizagem. Nos últimos anos, também ocorreu a diminuição do custo de equipamentos de RV, eliminando uma das maiores preocupações quanto a sua implementação e tornando-o, portanto, viável na educação [18].

2.4. Dispositivos

Além dos dispositivos já citados para o uso de RV e RA, como os celulares, computadores e óculos de RV, há outros dispositivos que podem auxiliar ou complementar a experiência, tornando-a mais imersiva e permitindo aplicações mais complexas. São, portanto, equipamentos mais especializados e muitas vezes com um custo mais elevado. Destes equipamentos podemos destacar:

- CAVE (Cave Automatic Virtual Environment): Trata-se de uma sala rodeada de projetores de forma a exibir as imagens nas paredes e, possivelmente, no teto e no chão. O usuário então, adentra a sala portando óculos 3D, de forma a visualizar as imagens fora da projeção. Para interagir com o ambiente,

¹ <http://lab3d.coppe.ufrj.br>

normalmente, são usados controles, sensores de movimento ou esteiras de captura de movimentação.

- Sensores de captura de movimento: Há alguns anos, sensores de captura de movimento eram quase exclusivos da indústria do cinema, por se tratarem de uma tecnologia cara. Porém, de uns anos para cá, a tecnologia se tornou mais barata e passou a ser usada em outras áreas, inclusive em CAVEs. Hoje em dia, já existem sensores de tamanho menor, como o Leap Motion [36], que captura movimentos da mão de forma a transportá-los para o ambiente virtual.
- Luvas hápticas: Assim como o citado Leap Motion, as luvas hápticas também servem para capturar o movimento das mãos, porém as mesmas possuem maior precisão. Atualmente, estão sendo desenvolvidas luvas hápticas com *feedback* tátil, como a VRGluve [37], onde o usuário sente quando encosta em um objeto virtual.
- Esteira de captura de movimento: Estas esteiras surgiram como uma alternativa para a captura da movimentação. Trata-se de uma esteira multidirecional que captura a movimentação do usuário em qualquer direção bem como sua altura para definir se o mesmo agachou ou pulou [38].

2.5. Gamificação

Gamificação ou ludificação (do inglês, "*gamification*") é a prática de inserir técnicas, estratégias e conceitos de *game design* em contextos que não o de jogos. Segundo KAPP [39], esta prática visa um maior engajamento, foco, determinação, sentimento de superação e rápida evolução e aprendizado por parte do usuário, utilizando princípios que o estimulam como objetivos claros e definidos, visualização clara do placar, nota ou nível alcançado, *feedback* constante, liberdade de escolha e treinamento consistente.

A gamificação de uma atividade pode ser feita de diversas maneiras. Em empresas, por exemplo, costuma-se usar o modelo de conquistas e prêmios, onde o funcionário tem uma série de conquistas a realizar como entregar cinco projetos antes do tempo ou fechar cinco negócios novos em um tempo determinado. Desta forma, o funcionário se sente motivado e engajado com a atividade que realiza, buscando completar estas conquistas em busca do prêmio, que não precisa ser nada muito diferenciado [39] [40] [41] [42].

Algumas aplicações inclusive, se utilizam de gamificação para manter o usuário entretido. É o exemplo de vários aplicativos para smartphone como Foursquare [43] e Untappd [44], aplicativos para marcar lugares que visitou e cervejas que bebeu, respectivamente. Nestes aplicativos, recebe-se pontos e medalhas de conquistas ao completar atividades diversas (Figura 4), mantendo o usuário determinado a completar cada vez mais conquistas.



Figura 4 - Interface do aplicativo Untappd, exemplificando as conquistas através de medalhas.

Fonte: Produzido pelo autor.

No caso da educação, a gamificação normalmente foca no instinto de competitividade para engajar e levar os jovens a superar desafios. Desta forma, transformam-se atividades simples em jogos que pontuam pelo acerto, levando os jovens a competir entre si, buscando uma pontuação maior que o colega de classe, e podendo inclusive estimular o trabalho em equipe, em casos onde a turma não participa individualmente, mas sim em grupos. Os alunos também recebem um *feedback* direto sobre as escolhas tomadas, sabendo imediatamente como fazer para melhorar e ser mais efetivo, portanto, aprendendo e evoluindo mais rapidamente. Também é interessante ressaltar que a atividade gamificada nunca pode ter um nível de dificuldade maior do que o possibilitado até então para os alunos, mas sim estar próximo ao limite de conhecimento. Desta forma, o aluno conseguirá em algum momento atingir a “vitória”, pois a atividade não é impossível para ele, mas ao mesmo tempo não sentirá que ela foi fácil demais, o que o desestimularia [41].

2.6. Considerações Finais

Com este capítulo é possível perceber que as tecnologias de RVA vem sendo utilizadas nas mais diversas áreas de maneiras diferentes. Isso se deve à capacidade de imersão, interação e visualização proporcionadas por estas tecnologias. Desta forma, o usuário pode ser inserido em ambientes ou situações difíceis de serem simuladas no ambiente real, ajudando então a compreender e agir diante destes cenários complexos. Além disto, estas tecnologias ainda ajudam a aumentar o interesse, o entusiasmo e a participação dos alunos, por fazê-los interagir com a aula de maneiras novas e dinâmicas.

Capítulo 3

Desenvolvimento do Projeto

O presente projeto foi desenvolvido com o auxílio de diversas ferramentas. Este capítulo pretende, portanto, apresentar estas ferramentas, bem como detalhar as aplicações desenvolvidas, suas funcionalidades e seu processo de desenvolvimento.

3.1. Ferramentas Utilizadas

3.1.1. Unity 3D

Criado pela Unity Technologies em 2005, a ferramenta Unity 3D é um "motor gráfico de jogos" (do inglês, "*graphic game engine*") e um IDE (*Integrated Development Environment*, "Ambiente de Desenvolvimento Integrado" em português). Ou seja, trata-se de uma aplicação para o desenvolvimento de jogos, interfaces gráficas, simulações e animações. Sua interface pode ser observada na Figura 5.

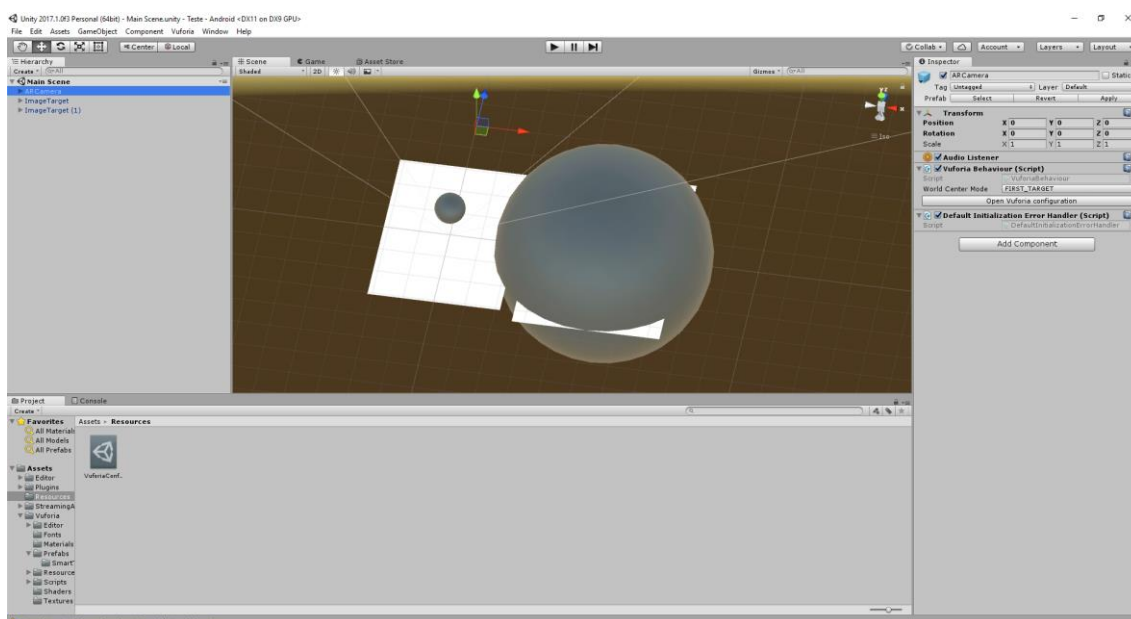


Figura 5 - Interface da ferramenta Unity 3D.
Fonte: Produzido pelo autor.

Amplamente utilizado por grandes desenvolvedores, a Unity pode exportar a aplicação desenvolvida para uma grande variedade de mais de 25 plataformas, incluindo: Windows, Linux, Mac OS, Android, iOS, Playstation 4, Xbox One, Nintendo Switch, Playstation Vita, Nintendo 3DS, entre diversos outros.

A Unity também é a principal escolha para desenvolvimento de aplicações em RA e RV sendo usada em mais de dois terços das aplicações desenvolvidas [45].

Para fins deste trabalho foi utilizada a versão 2017.1.0f3 do Unity 3D.

3.1.2. Linguagem de Programação C#

Criada pela Microsoft em 2000, a linguagem C# (lê-se "Cê Xarpe") foi desenvolvida para a plataforma .NET (lê-se "Dot Net") da empresa. Trata-se de uma linguagem de programação multiparadigma, fortemente tipada, robusta e escalável. Ela foi feita tendo como base a linguagem C++, mas tendo muitas influências de outras linguagens como Object Pascal e Java.

Por se tratar de uma linguagem feita para a plataforma .NET, o código fonte é compilado em *Common Intermediate Language* (CIL) e interpretado pela máquina virtual *Common Language Runtime* (CLR), ambos pertencentes à *Common Language Infrastructure* (CLI) da plataforma .NET.

Por ser interpretado por uma máquina virtual, a linguagem não se limita a apenas um sistema ao programar uma aplicação, tornando-a então multiplataforma [46].

3.1.3. Vuforia Augmented Reality SDK

A ferramenta Vuforia Augmented Reality SDK foi desenvolvida pela empresa Vuforia, atualmente comprada pela empresa PTC Inc [47]. Trata-se de um SDK (*Software Development Kit*, "Kit de Desenvolvimento de Software" em português), ou seja, uma biblioteca voltada para o desenvolvimento de software.

O Vuforia SDK tem como foco a área de RA, possibilitando a utilização de diversos tipos de alvos diferentes, desde alvos planos, como imagens, a alvos tridimensionais como cilindros ou objetos complexos. Estes alvos servem como base para que o software saiba onde projetar o objeto virtual.

A biblioteca pode ser utilizada com o Android Studio, XCode, Visual Studio ou com a Unity, como é o caso deste projeto [48] [49].

3.1.4. Android SDK

Assim como o Vuforia, esta ferramenta também se trata de um SDK. No caso desta biblioteca, ela é necessária para qualquer aplicativo para a plataforma Android. Portanto, para que o Unity possa exportar a aplicação neste formato, é necessário instalar previamente este pacote, contendo todas as ferramentas para que o aplicativo rode em celulares com sistema Android.

O Android SDK pode ser dividido em três pacotes: SDK Tools, Build Tools e Platform Tools. O primeiro é responsável por emulações do smartphone no computador e informações de debug da aplicação, ou seja, é responsável por ajudar o desenvolvedor a acompanhar o passo a passo da execução de sua aplicação. O segundo é responsável pela assinatura virtual do aplicativo, para que o mesmo possa ser distribuído, e pela compressão de dados, diminuindo o tamanho dos arquivos e tornando mais fácil a transferência da aplicação para os celulares. Por fim, o Platform Tools é utilizado para a compilação do código e visualização de logs de debug do sistema [50].

Para fins deste trabalho, foi usado majoritariamente o pacote Platform Tools da versão 26.1.1 do Android SDK.

3.1.5. Oculus Rift VR SDK

Os óculos de RV Oculus Rift, hardware voltado para a utilização de aplicações de RV, possui vários pacotes de SDK diferentes, cada uma com seu objetivo específico. Há o Audio SDK, voltado para a criação de áudios realistas de acordo com o ambiente virtual, o Platform SDK, voltado para o desenvolvimento de uma plataforma social dentro da aplicação, o PC SDK e o Mobile SDK, voltados para o desenvolvimento de aplicações para PC e celulares, respectivamente, entre muitos outros [51].

Para a finalidade deste projeto, foi usado o pacote Unity, que permite uma maior visualização da aplicação que está sendo desenvolvida, pois neste caso há o componente gráfico do Unity.

3.1.6. Google Street View API

A empresa Google possui diversos serviços utilizados ao redor do mundo. Os mais conhecidos são seu serviço de busca, de correio eletrônico e de mapas. Dentro de seu serviço de mapas temos um outro serviço popular chamado Street View, que consiste em

uma visualização panorâmica de 360° na horizontal e 290° na vertical de um ponto escolhido no mapa. Desde seu lançamento em 2008, o serviço aumentou sua cobertura gradativamente, como pode ser observado na Figura 6, utilizando carros, bicicletas e alguns dispositivos móveis acoplados com câmeras especiais e fotos panorâmicas enviadas por usuários colaboradores. Estas fotos são processadas, sobrepostas e suavizadas, de forma a compor uma imagem completa do local [52].

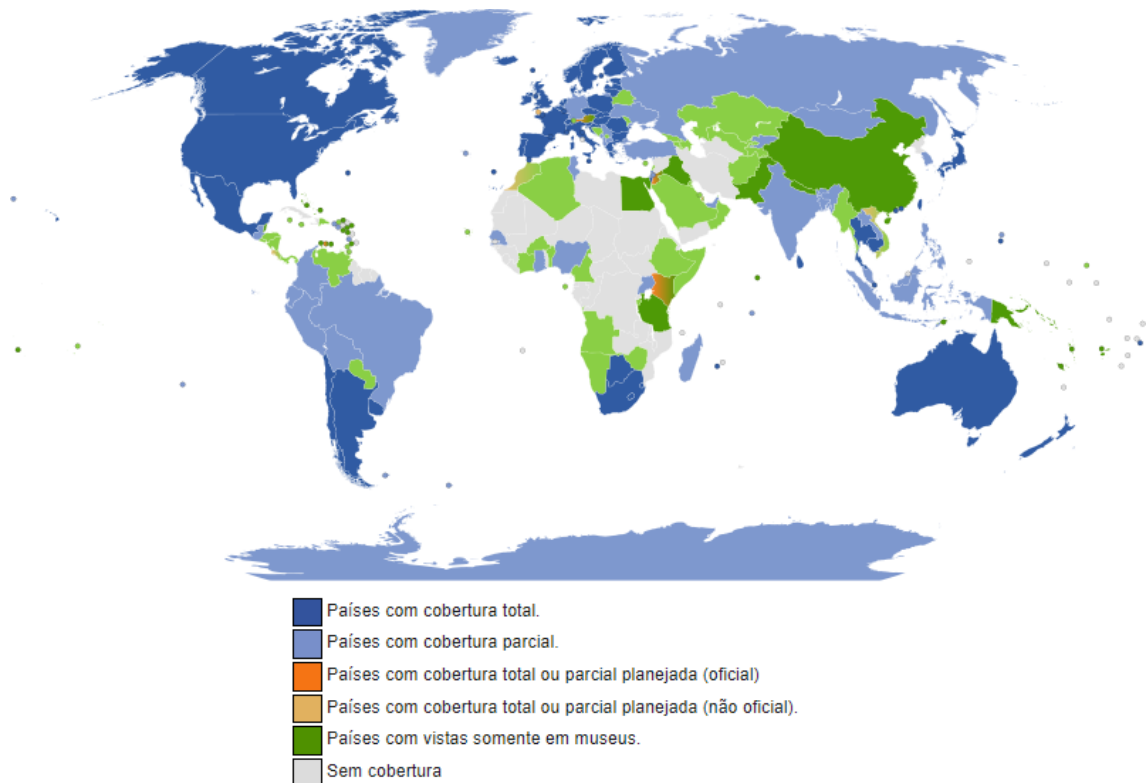


Figura 6 - Cobertura mundial do Google Street View.
Fonte: Wikipédia [53]

Assim, como ocorre com muitas aplicações e serviços da Google, o Google Street View possui uma API (*Application Programming Interface*, Interface de Programação de Aplicativos em português). Uma API é uma interface, um conjunto de funções da aplicação que podem ser utilizadas para acessá-la. A API do Google Street View possui versões gratuita e paga. Em sua versão gratuita, utilizada neste projeto, é possível captar imagens limitadas, de no máximo 640 x 640 pixels, das localidades disponíveis [54].

3.2. Protótipos

3.2.1. Aplicação de Realidade Aumentada

Este protótipo consiste em uma aplicação para auxiliar no ensino de biologia. Trata-se de um aplicativo para celulares com sistema operacional Android que utiliza-se da câmera do celular para reconhecer a figura alvo a seguir (Figura 7).

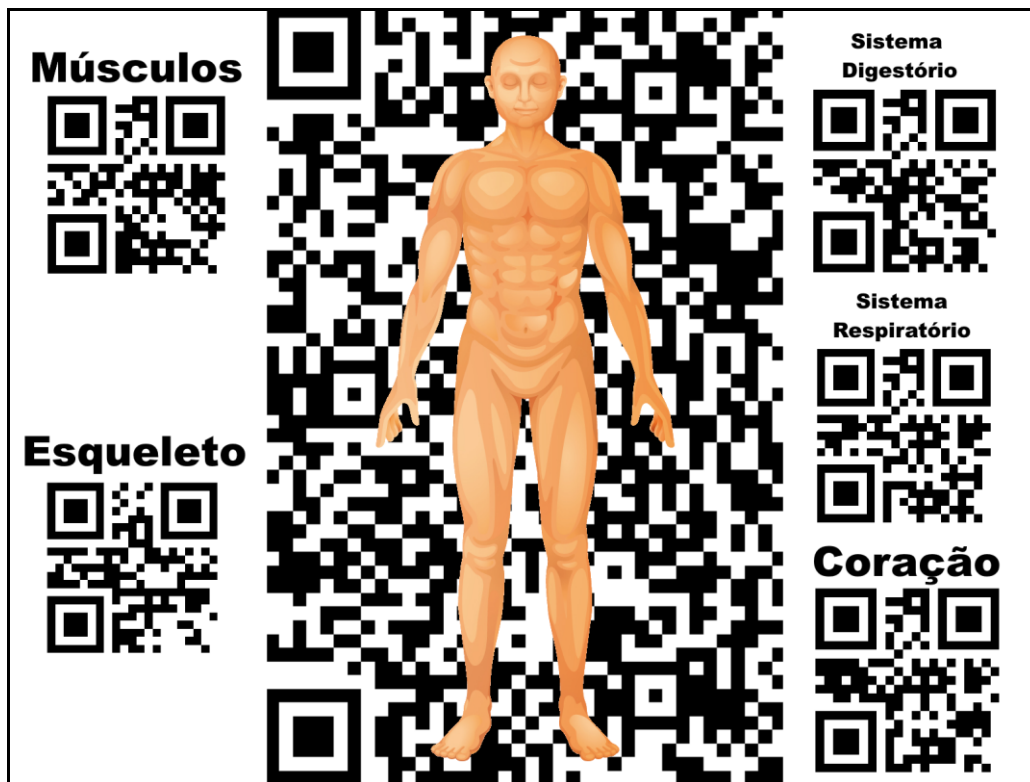


Figura 7 - Imagem alvo para a aplicação de RA desenvolvida
Fonte: Produzida pelo autor

Ao reconhecer a figura, é apresentado um modelo 3D de um corpo humano atrelado a superfície onde a figura está impressa, como mostra a Figura 8. Para realizar este reconhecimento de figuras, foi utilizada a biblioteca Vuforia, que o faz de maneira simples e automática.



Figura 8 - Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do corpo humano
Fonte: Produzida pelo autor

Pode-se observar na imagem a existência de cinco pequenos códigos QR, cada um com um rótulo. Tratam-se de botões virtuais, ou seja, botões utilizados em aplicações de RA que, para serem pressionados, basta-se que a imagem deles seja escondida, podendo, para tal, utilizar a mão ou qualquer outro objeto.

Estes botões virtuais servem para modificar o modelo 3D apresentado de acordo com o rótulo do mesmo. Por exemplo, ao “pressionar” o botão virtual com o rótulo “esqueleto”, é possível observar um modelo 3D de um esqueleto humano (Figura 9).

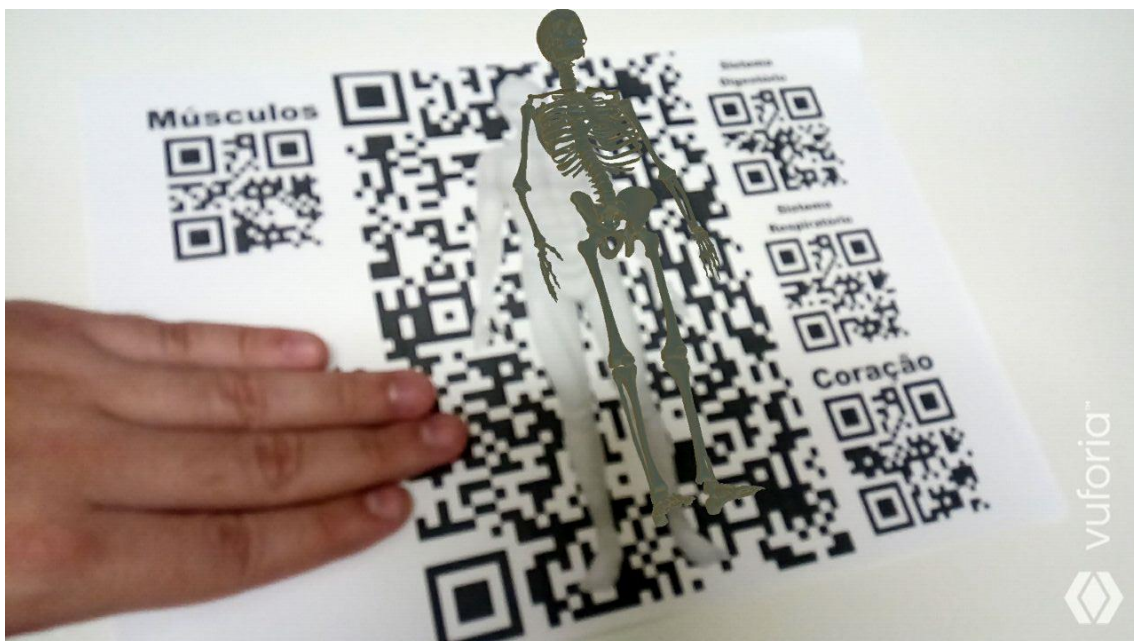


Figura 9 - Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do esqueleto humano

Fonte: Produzida pelo autor

Da mesma forma, “pressionando-se” os outros botões, é possível visualizar, respectivamente, os músculos (Figura 10), o sistema digestório (Figura 11), o sistema respiratório (Figura 12) e o coração (Figura 13).

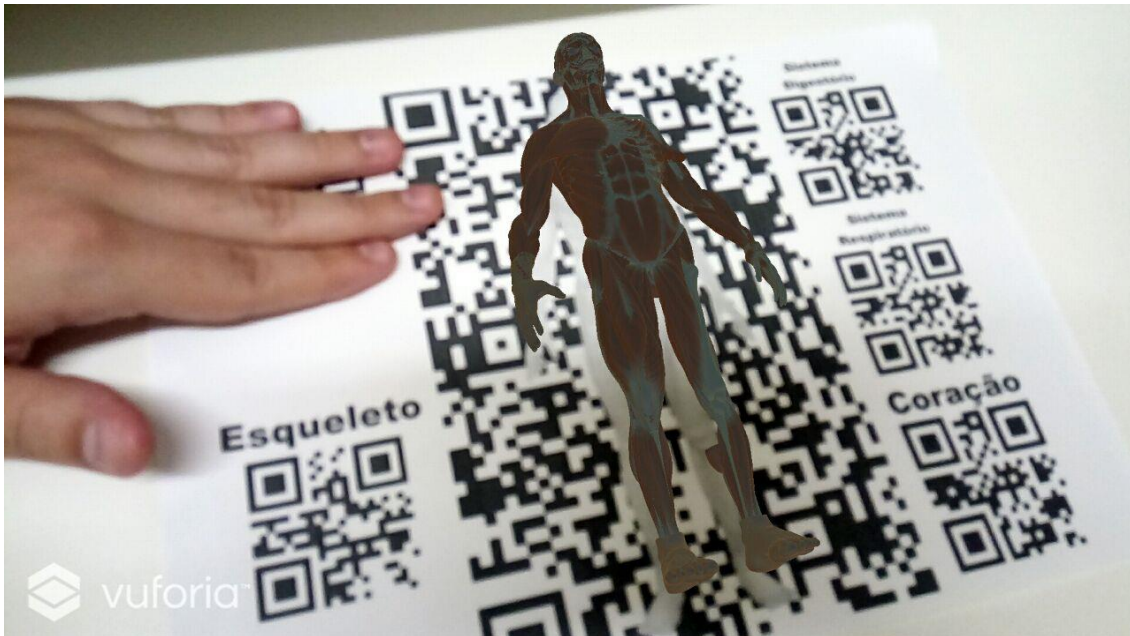


Figura 10 - Aplicação sendo executada e apresentando um modelo dos músculos humanos

Fonte: Produzida pelo autor



Figura 11 - Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do sistema digestório humano

Fonte: Produzida pelo autor



Figura 12 - Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do sistema respiratório humano
Fonte: Produzida pelo autor



Figura 13 - Aplicação sendo executada e apresentando um modelo do coração humano
Fonte: Produzida pelo autor

Desta maneira, é possível entreter os alunos com a tecnologia apresentada enquanto se ensina biologia, mostrando os diversos sistemas do corpo humano e explicando como eles funcionam.

3.2.2. Aplicação de Realidade Virtual

Este protótipo consiste em uma aplicação para auxiliar no ensino de geografia. Trata-se de um aplicativo para celulares com sistema operacional Android que se utiliza dos sensores de giroscópio e acelerômetro para receber a posição e movimentação da cabeça do usuário.

Ao receber estes dados a aplicação então posiciona o usuário em meio a um cenário virtual, com auxílio do Google Cardboard [27], onde cada cenário apresentado é parte de um dentre sete biomas escolhidos a partir de livros e textos de referência [55] [56] [57] [58]. Os biomas escolhidos foram: deserto (Figura 14), floresta equatorial (Figura 15), temperada (Figura 16) e tropical (Figura 17), savana (Figura 18), taiga (Figura 19) e tundra (Figura 20).



Figura 14 - Imagem utilizada para formar o ambiente de deserto na aplicação
Fonte: Google Maps Street View [59]



Figura 15 - Imagem utilizada para formar o ambiente de floresta equatorial na aplicação
Fonte: Google Maps Street View [59]



Figura 16 - Imagem utilizada para formar o ambiente de floresta temperada na aplicação
Fonte: Google Maps Street View [59]



Figura 17 - Imagem utilizada para formar o ambiente de floresta tropical na aplicação
Fonte: Google Maps Street View [59]



Figura 18 - Imagem utilizada para formar o ambiente de savana na aplicação
Fonte: Google Maps Street View [59]



Figura 19 - Imagem utilizada para formar o ambiente de taiga na aplicação
Fonte: Google Maps Street View [59]



Figura 20 - Imagem utilizada para formar o ambiente de tundra na aplicação
Fonte: Google Maps Street View [59]

Para gerar estes cenários, foi usada a API do Google Street View, que possibilita receber imagens de uma determinada posição do mapa mundi. Assim, foram escolhidas posições que correspondiam aos biomas desejados e retiradas seis imagens de cada posição, compondo as vistas frontal, traseira, laterais, superior e inferior. Ou seja, formando um cubo ao redor do usuário com as imagens escolhidas.

Também foram escolhidos sons referentes a cada bioma, de forma a aumentar o grau de imersão do usuário àquele ambiente virtual.

Ainda no intuito de envolver os alunos no estudo, foram utilizadas práticas de gamificação, transformando a aplicação em um jogo onde deve-se acertar em qual bioma se está inserido. Para tal, é necessário um teclado ou controle de vídeo-game ligado ao celular para escrever os palpites, podendo o usuário escrever ou pedir para outra pessoa escrever por ele. A cada palpite errado, a aplicação fornece uma dica sobre o bioma (Figura 21) e, caso o usuário não acerte após três palpites, ela fornece a resposta correta (Figura 22).



Figura 21 - Aplicação em execução exibindo as dicas após três erros
Fonte: Produzido pelo autor

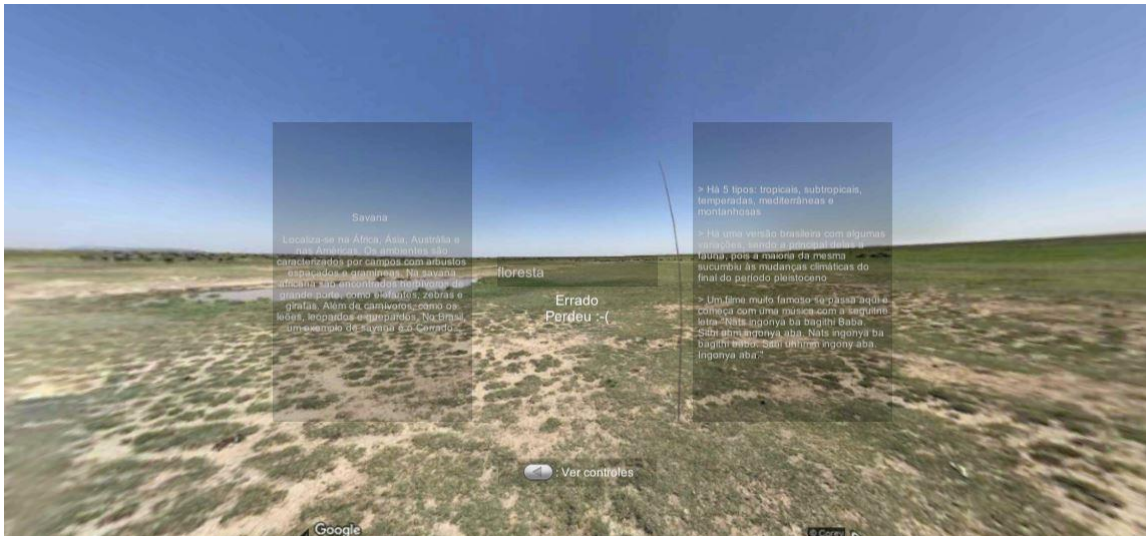


Figura 22 - Aplicação em execução exibindo a resposta certa após errar quatro vezes
 Fonte: Produzido pelo autor

Desta forma, é possível entreter os alunos não apenas com a tecnologia apresentada, mas também instigando-os com a possibilidade de acertar mais respostas. Tudo isso enquanto apresenta-se os biomas e suas características, bem como enquanto mostra na prática como eles são e como identifica-los.

3.3. Considerações Finais

A partir das aplicações apresentadas, é possível observar e compreender todo o potencial das tecnologias de RVA abordado durante o segundo capítulo. Isto é possível, principalmente, ao observar o potencial educacional destas ferramentas, pois estas permitem a imersão do usuário no ambiente apresentado pela matéria, no caso da aplicação de RV, ou a apresentação mais formal e concreta dos objetos de estudo, no caso da aplicação de RA. Além disto, torna-se possível observar o potencial da gamificação na aplicação de RV, que instiga o usuário a tentar acertar a resposta correta, o que necessita do correto aprendizado da matéria dada.

Entretanto, o projeto teve diversas limitações. O principal limitador foi a falta de habilidade em criar modelos 3D, o que levou à busca de modelos prontos e de uso livre através da internet. Devido a isto, alguns dos modelos possuem uma contagem de polígonos alta demais para uma aplicação de celular, onde a mesma deve ser mais baixa devido ao menor poder de processamento em relação a um computador, por exemplo. Por conta disso, a aplicação de RA se tornou muito pesada, em termos de processamento, não conseguindo rodar de maneira fluida em qualquer celular.

Outro grande limitador foi o uso da API do Google Street View, que limitou a quantidade de lugares que poderiam ser utilizados para apenas aqueles que constem na plataforma. Esta limitação foi necessária devido a incapacidade de viajar para os diversos locais necessários e de adquirir uma câmera especial para realizar fotos em 360°.

Portanto, estas aplicações devem ser tratadas como protótipos passíveis de melhorias, porém, mesmo com isto é possível observar os benefícios apresentados e utilizar as aplicações de forma minimamente satisfatória.

Capítulo 4

Trabalhos Relacionados

Apesar das tecnologias de RVA não serem utilizadas em massa para a educação, atualmente, já existem diversas aplicações que se aproveitam dessa relação e estão prontas para serem usadas.

Este capítulo pretende, portanto, apresentar algumas destas aplicações, traçando um paralelo com as aplicações desenvolvidas neste projeto. Para tal, serão apresentadas duas aplicações de RA e duas de RV, cujo conteúdo se aproxima daqueles abordados nas duas aplicações desenvolvidas neste projeto.

4.1. Aplicações de Realidade Aumentada

4.1.1. Letters Alive

Letters Alive [60] é uma aplicação de RA em inglês voltada para a alfabetização de crianças. Ela utiliza cartas com as letras do alfabeto e, a partir da tecnologia de RA, uma câmera e um computador, mostra para a criança um modelo 3D de um animal cuja primeira letra comece com a letra da carta (Figura 23).



Figura 23 - Letters Alive sendo executado e mostrando o modelo de uma girafa
Fonte: Canal Alive Studios no Youtube [61]

Além de mostrar o animal, também é possível mostrar a letra em suas formas maiúscula e minúscula, bem como seus sons, curtos e alongados, e o som do animal.

Além destas cartas, há também cartas com algumas palavras, de forma que a criança possa também formar frases com aqueles animais, que então realizam a ação mostrada na frase (Figura 24).



Figura 24 - Letters Alive sendo executado e mostrando o modelo de um urso realizando a ação mostrada na frase
Fonte: Canal Alive Studios no Youtube [61]

Esta aplicação é semelhante à aplicação de RA desenvolvida neste projeto, pois também se baseia na mostra de modelos 3D utilizando-se RA para envolver o aluno e estimular o aprendizado, com o diferencial de que neste caso, há também a reprodução de sons referentes ao modelo mostrado, o que não se encaixava na aplicação deste projeto.

4.1.2. SENAI RA

Um exemplo de aplicação de RA para a educação no âmbito nacional é o conjunto de aplicações de RA do SENAI [62]. Já foram desenvolvidos, até o momento, dezessete aplicativos de RA para smartphones, cada um referente a um curso diferente oferecido pelo SENAI.

Estes aplicativos servem para dar dinamismo e interatividade ao aprendizado, apresentando conteúdo extra na leitura dos livros do curso [63]. Durante a leitura há diversas imagens que, ao serem visualizadas com o aplicativo, mostram modelos 3D ou animações que ajudam a compreender o conteúdo apresentado (Figura 25).



Figura 25 - Aplicativo do SENAI RA sendo utilizado
Fonte: APPAI [63]

Este exemplo é uma confirmação de que essas aplicações podem ser usadas na educação, pois o mesmo é utilizado constantemente nos cursos oferecidos pelo SENAI de forma complementar e parecida com a maneira que a aplicação desenvolvida poderia ser utilizada.

4.2. Aplicações de Realidade Virtual

4.2.1. ThingLink

O ThingLink [64] é uma aplicação que, assim como a aplicação de RV desenvolvida neste projeto, utiliza-se de ambientes de 360° ao redor do mundo. Porém, neste caso, é utilizada uma imagem capturada com uma câmera própria para imagens de 360°.

Nesta aplicação, o professor deve antes selecionar uma imagem de 360° e populá-la com “tags” interativas. Quando o aluno utilizar a aplicação, ele será colocado no ambiente selecionado e visualizará estas *tags* como pequenos círculos que, ao serem clicados, mostram alguma informação extra (Figura 26).



Figura 26 - Aplicativo do ThingLink sendo executado
Fonte: ThingLink [64]

Portanto, assim como a aplicação desenvolvida neste projeto, o ThingLink pode apresentar imagens de diversos biomas e apresentar informações diversas sobre eles, porém de uma maneira diferente da apresentada neste projeto que optou por uma abordagem gamificada. Esta abordagem por sua vez, trás para a aplicação os benefícios já mencionados no segundo capítulo, ou seja, instigam o usuário a ser mais participativo e a querer aprender e saber a matéria, para que possa acertar o desafio apresentado.

4.2.2. Unimersiv

O ThingLink não foi desenvolvido especificamente para o âmbito educacional, apesar de poder ser usado para tal. Enquanto isso, o Unimersiv [65] é uma plataforma de aplicações em RV feita apenas com propósitos educativos e de treinamento.

Contendo diversas aplicações, o Unimersiv possui duas aplicações educacionais que se aproximam da que foi desenvolvida neste projeto. São aplicações que permitem ao usuário “visitar” modelos da Roma antiga [66] (Figura 27) e da Acrópole de Atenas [67] (Figura 28).



Figura 27 - Aplicação da Roma Antiga do Unimersiv sendo executada
Fonte: Unimersiv – Explore Ancient Rome [66]



Figura 28 - Aplicação da Acrópole de Atenas do Unimersiv sendo executada
Fonte: Unimersiv – Acropolis [67]

Diferentemente da aplicação desenvolvida, neste caso temos o uso de modelos 3D dos cenários ao invés de imagens em 360°, devido ao fato de serem cenários antigos que não se encontram mais da mesma maneira. Porém, ambas as aplicações podem ser usadas para o ensino de maneira similar.

No caso do Unimersiv, essas cidades históricas podem ser apresentadas para aumentar a imersão dos alunos nas aulas sobre os impérios grego e romano, ajudando-os também a se situar melhor na matéria abordada.

No caso da aplicação desenvolvida, poderia ser feito o mesmo utilizando cenários que ainda existem hoje, intactos ou não, ou até mesmo mostrar as diferenças entre as cidades antigas mostradas no Unimersiv e como elas são hoje em dia, utilizando a aplicação desenvolvida, bastando para isso apenas preparar novos locais para a aplicação.

4.3. Considerações Finais

É possível observar que os aplicativos apresentados neste capítulo são muito semelhantes aos protótipos desenvolvidos e apresentados no Capítulo 3. Porém, como pode ser observado, a maioria das aplicações mostradas são de língua inglesa, o que ocorreu também durante a procura por trabalhos relacionados. Sendo assim, o uso da língua portuguesa é um diferencial deste projeto, visto que o único trabalho relacionado encontrado a utilizar-se dela foram as aplicações do SENAI RA, que são voltadas para um escopo mais profissionalizante, enquanto que as aplicações desenvolvidas possuem um escopo de ensino mais básico.

Também é possível perceber a clara diferença resultante do fato de que estes trabalhos relacionados foram desenvolvidos por equipes de profissionais e com intuito comercial, diferentemente do projeto apresentado.

Portanto, conclui-se que o projeto aqui desenvolvido ainda pode ser aperfeiçoado junto a uma equipe, porém mesmo em seu estado atual já pode ser comparado a soluções de mercado e utilizado em algumas situações, respeitando as limitações já citadas ao final do terceiro capítulo.

Capítulo 5

Avaliação dos Protótipos

Como mostrado no capítulo anterior, há diversas outras aplicações com intuitos parecidos com as aplicações desenvolvidas neste projeto. Porém, com o intuito de aprimorar este estudo e demonstrar a viabilidade de utilização dos protótipos, foram observados 5 voluntários, sendo quatro destes graduados e um ainda cursando a graduação, enquanto utilizavam as aplicações. Posteriormente, estes voluntários responderam a questionários, visando compreender como se deu sua experiência ao utilizar os protótipos.

Este capítulo descreve, portanto, os objetivos deste estudo experimental, explica como o mesmo foi realizado e avalia os resultados obtidos.

5.1. Objetivo

O objetivo deste estudo experimental foi avaliar a viabilidade de utilização dos protótipos desenvolvidos, qualitativamente, bem como entender suas contribuições para a educação. O estudo também permite identificar possíveis melhorias a serem implementadas futuramente nas aplicações.

5.2. Execução

Cada sessão do estudo utilizou um participante e durou cerca de 40 minutos. Em cada sessão, o participante foi, inicialmente, informado sobre o estudo através do Formulário de Consentimento (Apêndice A). Após concordar com os termos presentes no formulário, o participante então preencheu o Questionário de Caracterização (Apêndice B), com o intuito de conhecer o nível de conhecimento e experiência do participante em diferentes temas relacionados ao estudo e, assim, melhor interpretar os dados obtidos. O preenchimento dos formulários iniciais levou cerca de 2 minutos.

Em seguida, cada participante recebeu um treinamento básico, através de uma apresentação de slides (Apêndice C), sobre os controles utilizados, levando cerca de 3 minutos. Em todos os casos foram fornecidas as mesmas informações, motivo pelo qual utilizou-se a apresentação de slides para o treinamento.

Após o treinamento, cada participante pôde mexer livremente nas aplicações e recebeu algumas Tarefas (Apêndice D) contendo as instruções para sua execução, a sua contextualização e as questões a serem respondidas. Os participantes então utilizaram a ferramenta para obter as informações solicitadas no questionário. A obtenção desses dados e o preenchimento do questionário levaram entre 30 e 40 minutos.

Com o preenchimento das Tarefas, cada participante recebeu, por fim, um Questionário de Avaliação (Apêndice E) contendo questões sobre sua experiência com o uso dos protótipos. Seu preenchimento levou cerca de 5 minutos.

5.3. Resultados

Ao analisar o resultado dos questionários foi possível observar que a maioria dos participantes já havia tido algum contato com RA através de jogos, porém nenhum deles teve contato com RV. Destes usuários, nenhum estudou em cursos de biologia ou geografia, sendo todos de áreas distintas: educação, psicologia, química, computação e design. A maioria dos participantes também declarou saber pelo menos metade das matérias de biologia e geografia.

Em relação às tarefas realizadas, todas as respostas foram bastante positivas, com ambas as aplicações funcionando de acordo com o esperado e sendo de fácil utilização segundo todos os participantes. Pôde-se observar que três dos cinco participantes requisitaram algo para tapar os botões virtuais da aplicação de RA no lugar de usar as mãos, pois desta forma não tapariam mais de um botão ao mesmo tempo nem precisariam deixar as mãos em posições desconfortáveis. Também foi possível observar que os óculos de RV geraram um pequeno desconforto, tendo causado tontura em um dos participantes, que mesmo assim respondeu de maneira positiva à aplicação.

Por fim, em relação ao questionário de avaliação, todas as respostas foram positivas, com todos os participantes tendo realizado parcial ou completamente as tarefas propostas e tendo ficado satisfeitos com o resultado final, declarando também que o treinamento foi suficiente para a realização das mesmas.

Quando perguntados sobre os aspectos positivos das aplicações, os usuários declararam que as mesmas aumentariam o dinamismo da aula e melhoram a visualização das matérias abordadas, ajudando a compreendê-las e estimulando o aprendizado.

Enquanto que quando perguntados sobre os aspectos negativos, o único declarado foi a possível sensação de tontura e enjoo informada por um dos participantes.

5.4. Considerações Finais

Os resultados obtidos com este estudo reforçam a ideia de que utilizar as tecnologias de RVA para auxiliar a educação tem repercussões positivas. Todos os participantes conseguiram realizar as tarefas parcial ou completamente com pouquíssimo treinamento e indicaram ser fácil, instintivo e confortável utilizar as aplicações.

Entretanto, por se tratar de um grupo pequeno de participantes, não é possível assumir que os dados obtidos são compatíveis com a sociedade como um todo, sendo necessário para isso um estudo maior e mais aprofundado, buscando participantes com níveis diferentes de entendimento tanto das matérias quanto das tecnologias.

Portanto, o estudo teve resultado positivo em demonstrar a capacidade dos protótipos desenvolvidos no auxílio à educação, porém um estudo mais aprofundado seria necessário para tomar este resultado como factual.

Capítulo 6

Conclusão

Há muitos anos procuram-se formas alternativas de ensino que auxiliem e melhorem a educação. Essa busca é motivada pelo fato de que o ensino e a passagem de informações entre gerações são os principais fatores permissores da evolução tecnológica que tivemos até então e isto tem motivado cada vez mais pesquisadores.

Por sua vez, estes avanços tecnológicos geram novas ferramentas que permitem melhorar a educação. Portanto, muitos pesquisadores procuram maneiras de implementar o uso de novas tecnologias para o auxílio do ensino.

Como visto nos capítulos anteriores, em virtude da diminuição do custo envolvido nas tecnologias de RVA, estas se tornaram o principal alvo destes pesquisadores devido a sua capacidade de imersão e interação do usuário, possibilitando então um maior envolvimento do aluno, bem como a retenção do foco do mesmo.

Desta forma, esta ideia foi aproveitada para este projeto, buscando apresentar como estas tecnologias podem beneficiar o cenário educacional.

Este capítulo, portanto, apresenta as contribuições realizadas por este projeto, bem como suas limitações e, por fim, apresenta sugestões para futuros trabalhos complementando o projeto apresentado.

6.1. Contribuições

Este trabalho apresentou uma pesquisa que teve por objetivo utilizar as tecnologias de RVA para auxiliar o ensino. As principais contribuições realizadas por este trabalho são:

1. Estudo sobre os benefícios das tecnologias de RVA quando usadas para auxiliar a educação.
2. Desenvolvimento de um protótipo de aplicação de RA que pode ser utilizado para apoiar o ensino de biologia nas escolas.
3. Desenvolvimento de um protótipo de aplicação de RV que pode ser utilizado para apoiar o ensino de geografia nas escolas.
4. Implementação de gamificação no ambiente educacional da aplicação desenvolvida.
5. Realização de um estudo experimental para averiguar a viabilidade de utilização dos protótipos desenvolvidos no auxílio à educação.

6.2. Limitações

O projeto possui limitações inerentes ao curto tempo de desenvolvimento realizado por uma equipe de apenas uma pessoa, tornando os protótipos pouco complexos.

Os protótipos também focam apenas em duas matérias do ensino fundamental e médio, enquanto que aplicações deste tipo podem ser utilizadas para quaisquer matérias.

Para o protótipo de RA, há ainda algumas limitações relacionadas ao uso de modelos 3D prontos de distribuição livre e gratuita. Por não serem modelados especificamente para este uso, alguns são complexos demais, afetando, portanto, o processamento da aplicação, o que a torna um pouco lenta.

Enquanto que para o protótipo de RV, há a limitação de se utilizar a API do Google Street View, limitando os locais disponíveis apenas para aqueles presentes na plataforma. Esta limitação não existiria se houvessem fotos de 360° de todos os locais necessários disponíveis de forma gratuita.

Também foi possível observar através do estudo experimental que o protótipo de RV pode causar enjoo ou tonturas em algumas pessoas, o que pode vir a ser um limitador.

6.3. Sugestões de Trabalhos Futuros

Devido às limitações acima mencionadas, os protótipos apresentados possuem grande possibilidade de expansão. Dentre estas possibilidades de trabalhos futuros, podemos citar:

1. Criação de uma tela inicial para as aplicações, com instruções e configurações.
2. Junção de ambas as aplicações em uma só, realizando a seleção de qual aplicação utilizar através de um menu inicial.
3. Desenvolvimento de outras aplicações abrangendo mais matérias além de biologia e geografia.
4. Implementação do uso de comandos de voz na aplicação de RV.
5. Realizar uma pesquisa com o intuito de avaliar a viabilidade do uso destas aplicações de acordo com a realidade socioeconômica nacional.
6. Realizar um estudo experimental em maior escala e mais profundo (possivelmente utilizando indicadores quantitativos) para melhor avaliar os impactos na qualidade do ensino ao utilizar estas tecnologias em sala de aula.

Referências Bibliográficas

- [1] READY PLAYER ONE. Disponível em: <<http://readyplayeronemovie.com>>. Acesso em: 22 ago. 2018.
- [2] MILGRAM, P. et al. **Augmented Reality: A Class of Displays on the RealityVirtuality Continuum**, Telemanipulator and Telepresence Technologies, SPIE, V.2351, 1994. (p. 282-292)
- [3] INSLEY, S., **Augmented Reality: Merging the Virtual and the Real**, Oregon: Oregon State University, 2003.
- [4] CARDOSO, A., et al., Tecnologias e Ferramentas para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada. In: **Tecnologias para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada**. 1. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2007. (p. 1-19)
- [5] POKEMON GO. Disponível em: <<https://www.pokemongolive.com/en/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [6] CAPCOM RESIDENT EVIL VII BIOHAZARD. Disponível em: <<http://residentevil7.com/us>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [7] MORAIS, J. M. **Petrobrás: Uma história das explorações de petróleo em águas profundas e no pré-sal**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 352 p.
- [8] DCI – Diário Comércio Indústria & Serviços. **Realidade Virtual já é utilizada por Petrobras e Rhodia em operações**. Disponível em: <<https://www.dci.com.br/industria/realidade-virtual-ja-e-utilizada-por-petrobras-e-rhodia-em-operac-es-1.19809>>. Acesso em: 15 fev. 2018.
- [9] MEDCEL. **Aplicações da realidade virtual na medicina**. Disponível em: <<http://www.medcel.com.br/blog/aplicacoes-da-realidade-virtual-na-medicina>>. Acesso em: 15 fev. 2018.
- [10] SAÚDE BUSINESS. **9 aplicações da realidade virtual para a medicina real**. Disponível em: <<http://saudebusiness.com/9-aplicacoes-da-realidade-virtual-para-medicina-real/>>. Acesso em: 15 fev. 2018.
- [11] ICLINIC. **Como funciona a realidade virtual na medicina?**. Disponível em: <<http://blog.iclinic.com.br/como-funciona-a-realidade-virtual-na-medicina/>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

- [12] GRAND VIEW RESEARCH. **Virtual Reality (VR) In Gaming Market Size Worth \$45.09 Billion By 2025**. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-virtual-reality-in-gaming-market>>. Acesso em: 16 fev. 2018.
- [13] ABI RESEARCH. **ABI Research Anticipates More Than 50 Million Mobile VR Devices to Ship by 2020 as Virtual Reality Takes Step Forward at the 2016 GSMA Mobile World Congress**. Disponível em: <<https://www.abiresearch.com/press/abi-research-anticipates-more-50-million-mobile-vr/>>. Acesso em: 16 fev. 2018.
- [14] ABRIL SAÚDE. **Criança pequena e tecnologia: até que ponto elas combinam?**. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/familia/crianca-pequena-e-tecnologia-ate-que-ponto-elas-combinam/>>. Acesso em: 18 fev. 2018.
- [15] R7 NOTÍCIAS. **Crianças usam cada vez mais o celular em aula, mas a tecnologia não deve ser encarada como inimiga**. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/criancas-usam-cada-vez-mais-o-celular-em-aula-mas-a-tecnologia-nao-deve-ser-encarada-como-inimiga-08092015>>. Acesso em: 18 fev. 2018.
- [16] CLASS VR. **Using ClassVR to Drive Progress at St Wilfrid's Academy**. Disponível em: <<http://www.classvr.com/using-classvr-to-drive-progress-at-st-wilfrids-academy/>>. Acesso em: 16 fev. 2018.
- [17] RODRIGUES, C. S. C., WERNER, C. M. L., LANDAU, L. “VisAr3D: an innovative 3D visualization of UML models”. In: 38th IEEE- International Conference on Software Engineering Companion (ICSE'16). Software Engineering Education and Training Track (SEET). 2016, Austin. p. 451-460.
- [18] TORI, R. **A presença das tecnologias interativas na educação**. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/ReCET/article/view/3850/2514>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [19] FLEX INTERATIVA. **Aplicações de Realidade Aumentada na Educação**. Disponível em: <<http://www.flexinterativa.com.br/blogflex/aplicações-de-realidade-aumentada-na-educação>>. Acesso em: 18 fev. 2018.
- [20] FLEX INTERATIVA. **Benefícios da Realidade Virtual na Educação**. Disponível em: <<http://www.flexinterativa.com.br/blogflex/benefícios-da-realidade-virtual-na-educação>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

- [21] FLEX INTERATIVA. **Benefícios do Uso da Realidade Virtual na Educação à Distância**. Disponível em: <<http://www.flexinterativa.com.br/blogflex/beneficios-do-uso-da-realidade-virtual-na-educacao-a-distancia>>. Acesso em: 18 fev. 2018.
- [22] KIRNER, C.; ZORZAL, E. R. **Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada**. *XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Juiz de Fora, 2005.
- [23] YOUTUBE. **GT Live: Rick and Morty VR: SAUCE ME MORTY! | Rick and Morty VR**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZB0KjzpzQtI>>. Acesso em: 20 abr. 2018.
- [24] OCULUS RIFT. Disponível em: <<https://www.oculus.com>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [25] VIVE. Disponível em: <<https://www.vive.com/us/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [26] GEAR VR. Disponível em: <<https://www.samsung.com/global/galaxy/gear-vr>>. Acesso em: 22 ago. 2018.
- [27] GOOGLE CARDBOARD. Disponível em: <<https://vr.google.com/cardboard>>. Acesso em: 22 ago. 2018.
- [28] CUPERSCHMID, A. R. M., MATOS, C., AMORIM, J. A. “Uso de Realidade Aumentada para o Treinamento Militar”. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**, v. III, 2015.
- [29] ACKERMAN, G. **Realidade virtual leva exército de Israel para debaixo da terra**. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com.br/blog/realidade-virtual-leva-exercito-de-israel-para-debaixo-da-terra>>. Acesso em: 23 abr. 2018.
- [30] MOORE, P. “Learning and Teaching in Virtual Worlds: Implications of Virtual Reality for Education”, **Australian Journal of Educational Technology**, 1995. (p. 91-102)
- [31] 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, 2009. (p. 7-22)
- [32] MetricRA (MetricRA: Learning Software Metrics through Augmented Reality; Rebeca Motta, Mario Bonicenna, Claudia Susie Rodrigues, Claudia Werner, 26° Workshop sobre Educação em Computação (WEI), 38° CSBC, Julho, 2018, Natal;
- [33] VMAG 3D (VMAG 3D – An approach for supporting the comprehension of software system models using motion control in a multiuser 3D visualization environment; Sergio Henriques Antunes, Claudia Rodrigues and Cláudia Werner;

- VI Workshop on Software Visualization, Evolution and Maintenance (VEM);São Carlos, Setembro, 2018)
- [34] VisAr3D-Dynamic (FERNANDES, F. A., RODRIGUES, C. S. C., WERNER, C. M. L. "Dynamic Analysis of Software Systems Through Virtual Reality". In: 19th Symposium on Virtual Augmented Reality - SVR 2017. Maringá, p. 1-8.)
- [35] BELL, J., FOGLEL, H. S. "The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool", **Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference**, Anaheim: USA. Junho, 1995. (p. 1718-1728)
- [36] LEAP MOTION. Disponível em: <<https://www.leapmotion.com/>>. Acesso em: 23 abr. 2018.
- [37] VR GLUV. Disponível em: <<https://vrgluv.com>>. Acesso em: 23 abr. 2018.
- [38] REVISTA MUNDO 360. **Kat Walk, Esteira Com Dispositivo VR, Simula Livre Movimentação Do Jogador Nos Games De Primeira Pessoa**. Disponível em: <<https://revistamundo360.com/2016/11/30/kat-walk-esteira-com-dispositivo-vr-simula-livre-movimentacao-do-jogador-nos-games-de-primeira-pessoa/>>. Acesso em: 23 abr. 2018.
- [39] KAPP, K. M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education**. 1. ed. São Francisco: Pfeiffer & Company, 2012. 302 p.
- [40] DEXTRA. **O Que É Gamification?** Disponível em: <<http://dextra.com.br/pt/blog/o-que-e-gamification/>>. Acesso em: 21 fev. 2018.
- [41] SAMBATECH. **Gamification: O Conceito, As Vantagens e Aplicação no Contexto Educacional**. Disponível em: <<https://sambatech.com/blog/insights/gamification/>>. Acesso em: 21 fev. 2018.
- [42] EXAME. **O Que É "Gamification"?** Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/pme/o-que-e-gamification/>>. Acesso em: 21 fev. 2018.
- [43] FOURSQUARE. Disponível em: <<https://pt.foursquare.com/>>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- [44] UNTAPPD. Disponível em: <<https://untappd.com>>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- [45] UNITY 3D. **Unity 2017: A engine de criação de jogos líder mundial**. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/unity>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

- [46] CAELLUM. **O que é C# e .NET?** Disponível em:
<<https://www.caelum.com.br/apostila-csharp-orientacao-objetos/o-que-e-c-e-net/>>.
Acesso em: 22 fev. 2018.
- [47] PTC. **PTC Acquires Vuforia.** Disponível em:
<<https://www.ptc.com/en/about/history/vuforia>>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- [48] VUFORIA DEVELOPER LIBRARY. **Getting Started.** Disponível em:
<<https://library.vuforia.com/>>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- [49] UNITY DOCUMENTATION. **Vuforia SDK Overview.** Disponível em:
<<https://docs.unity3d.com/Manual/vuforia-sdk-overview.html>>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- [50] ANDROID PRO. **Android SDK: O que é? Para que serve? Como usar?**
Disponível em: <<https://www.androidpro.com.br/android-sdk/>>. Acesso em: 23 fev. 2018.
- [51] OCULUS DEVELOPERS. **Documentation.** Disponível em:
<<https://developer.oculus.com/documentation/>>. Acesso em: 23 fev. 2018.
- [52] GOOGLE STREET VIEW. **Onde estivemos e para onde vamos.** Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/streetview/understand/>>. Acesso em: 23 fev. 2018.
- [53] WIKIPEDIA. **Google Street View.** Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Google_Street_View>. Acesso em: 23 fev. 2018.
- [54] GOOGLE DEVELOPERS. **Street View Image API.** Disponível em:
<<https://developers.google.com/maps/documentation/streetview/?hl=pt-br>>. Acesso em: 23 fev. 2018.
- [55] SIMIELLI, M. E. **Geoatlas.** 32^a ed. São Paulo: Editora Ática, 2007. 168 p.
- [56] TAMDJIAN, J. O.; MENDES, I. L. **Geografia Geral e do Brasil: estudos para compreensão do espaço.** 1^a ed. São Paulo: FTD, 2005. 551 p.
- [57] OUTORGA. **Principais Biomas do Mundo.** Disponível em:
<<http://www.outorga.com.br/pdf/Principais%20biomas%20do%20mundo.pdf>>.
Acesso em: 8 fev. 2018.
- [58] TODA MATÉRIA. **Biomas do Mundo.** Disponível em:
<<https://www.todamateria.com.br/biomas-do-mundo/>>. Acesso em: 8 fev. 2018
- [59] GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://www.google.com/maps>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

- [60] ALIVE STUDIOS. **Letters Alive**. Disponível em:
<<https://alivestudiosco.com/letters-alive-plus-2/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [61] YOUTUBE. **Augmented Reality Education Tools: Letters alive Demonstration**. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=Loxf4rbwHxc>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [62] GOOGLE PLAY. **Confederação Nacional da Indústria**. Disponível em:
<[https://play.google.com/store/apps/developer?id=Confederação+Nacional+da+indústria](https://play.google.com/store/apps/developer?id=Confedera%C3%A7%C3%A3o+Nacional+da+Ind%C3%BAstria)>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [63] APPAI. **Desenrolando... Realidade virtual e realidade aumentada na educação**. Disponível em: <<http://www.appai.org.br/desenrolando-realidade-virtual-e-realidade-aumentada-na-educacao/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [64] THINGLINK. **360° & VR for education**. Disponível em:
<<http://demo.thinglink.com/vr-edu>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [65] UNIMERSIV. **Learn and Train with Virtual Reality**. Disponível em:
<<https://unimersiv.com/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [66] UNIMERSIV. **Explore Ancient Rome in Virtual Reality**. Disponível em:
<<https://unimersiv.com/ancient-rome-virtual-reality/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.
- [67] UNIMERSIV. **We just released the Acropolis experience on the Unimersiv App**. Disponível em: <<https://unimersiv.com/just-released-acropolis-experience-unimersiv-app/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

Apêndice A

Formulário de Consentimento

PROTÓTIPOS DE REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL

Este estudo tem como objetivo avaliar os protótipos desenvolvidos, considerando seu apoio ao ensino de biologia e geografia, utilizando as tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada.

IDADE

Eu declaro ter mais de 18 anos de idade e concordar em participar de um estudo experimental conduzido por Bruno Dias Martins na UFRJ.

PROCEDIMENTO

Este estudo ocorrerá em uma única sessão, que incluirá um treinamento sobre as ferramentas. Eu entendo que, uma vez terminado o experimento, os trabalhos que desenvolvi serão estudados visando entender a sua contribuição para o ensino.

CONFIDENCIALIDADE

Toda informação coletada neste estudo é confidencial, e meu nome não será divulgado. Da mesma forma, me comprometo a não comunicar os meus resultados enquanto não terminar o estudo, bem como manter sigilo das técnicas e documentos apresentados e que fazem parte do experimento.

BENEFÍCIOS, LIBERDADE DE DESISTÊNCIA

Eu entendo que os benefícios que receberei deste estudo são limitados ao aprendizado do material que é distribuído e ensinado. Eu entendo que sou livre para realizar perguntas a qualquer momento ou solicitar que qualquer informação relacionada à minha pessoa não seja incluída no estudo. Eu entendo que participo de livre e espontânea vontade com o único intuito de contribuir para o avanço e desenvolvimento de técnicas e processos para a educação.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Bruno Dias Martins

Engenharia de Computação e Informação – UFRJ

PROFESSORES RESPONSÁVEIS

Prof^a. Cláudia Maria Lima Werner

Programa de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE/UFRJ

Prof^a. Claudia Susie Camargo Rodrigues

Programa de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE/UFRJ

Nome (em letra de forma): _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Apêndice B

Caracterização do Participante

Código do Participante: _____ Data: _____

Esta fase da pesquisa tem como objetivo obter informações sobre a sua experiência acadêmica e profissional.

Por favor, NÃO inclua nenhum detalhe que poderá identificá-lo.

Perfil do participante

1) Formação Acadêmica:

- Doutorado
- Doutorado em Andamento
- Mestrado
- Mestrado em Andamento
- Graduação
- Graduação em Andamento
- Outro: _____

Ano de ingresso: _____ Ano de conclusão (de previsão): _____

2) Como você classificaria seu nível de entendimento sobre biologia do ensino fundamental e médio?

- Sei toda a matéria de biologia do ensino fundamental e médio
- Sei bastante da matéria de biologia do ensino fundamental e médio
- Sei metade da matéria de biologia do ensino fundamental e médio
- Sei pouco da matéria de biologia do ensino fundamental e médio
- Não sei nada da matéria de biologia do ensino fundamental e médio

3) Como você classificaria seu nível de entendimento sobre geografia do ensino fundamental e médio?

- Sei toda a matéria de geografia do ensino fundamental e médio
- Sei bastante da matéria de geografia do ensino fundamental e médio
- Sei metade da matéria de geografia do ensino fundamental e médio
- Sei pouco da matéria de geografia do ensino fundamental e médio
- Não sei nada da matéria de geografia do ensino fundamental e médio

4) Você possui experiência no uso de Realidade Aumentada?

- Sim, como professor
- Sim, como monitor/instrutor
- Sim, como aluno
- Sim, como _____
- Não

Se sim, quantos anos de experiência? _____

5) Você possui experiência no uso de Realidade Virtual?

- Sim, como professor
- Sim, como monitor/instrutor
- Sim, como aluno
- Sim, como _____
- Não

Se sim, quantos anos de experiência? _____

6) Em caso positivo nas perguntas 4 e 5, indique o tipo de software com que teve contato e o hardware utilizado.

Apêndice C

Apresentação de Slides de Treinamento

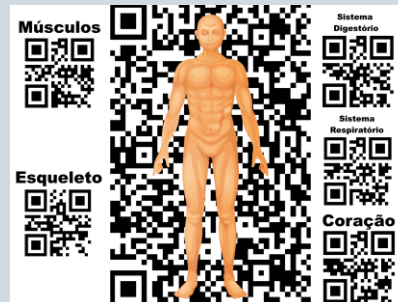
Treinamento para a utilização das aplicações

BRUNO DIAS MARTINS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Aplicação de Realidade Aumentada

- Primeiramente observe que o alvo a direita encontra-se na sua frente.
- Segure o celular apontando a câmera para o alvo e observe o que acontece.
- Observe que no entorno do alvo há códigos QR com títulos.
- Ao tapar cada código QR separadamente, observe as mudanças que ocorrem.



Aplicação de Realidade Virtual

- Primeiramente observe o conjunto formado pelo Google Cardboard, o celular e o teclado a sua frente.
- Segure o Google Cardboard em frente aos olhos e coloque o teclado a sua frente.
- Pressione Enter para iniciar a aplicação.
- Tente adivinhar através dos detalhes disponíveis qual o bioma em que se está inserido, digitando o mesmo no teclado.
 - Se necessário, para não perder a concentração, peça ao examinador para digitar.
- Pressione Enter para confirmar sua resposta.
- Ao acertar um texto com mais informações aparece à esquerda.
- Ao errar, obtêm-se uma dica à direita.
 - Caso erre mais que 3 vezes, obtêm-se a resposta correta e as informações adicionais à esquerda.
- Aperte a seta para direita ou esquerda para trocar de bioma.
- São sete biomas ao todo.

Apêndice D

Tarefas

Código do Participante: _____ Data: _____

INSTRUÇÕES

Este estudo será acompanhado por meio de anotações feitas pelo pesquisador. Sempre que possível, verbalize seus pensamentos, para que o experimentador possa melhor avaliar os resultados obtidos. Pergunte e comente tudo que achar necessário.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Você está participando deste estudo como um aluno do ensino fundamental ou médio nas disciplinas de biologia e geografia, e utilizará os protótipos desenvolvidos para responder algumas questões relacionadas a estas matérias.

Parte 1 – Utilizando a aplicação de Biologia

1) Após a apresentação de treinamento, você achou que a aplicação funcionou da maneira que você esperava? Comente.

() Sim () Não

2) A aplicação contribuiu para ampliar o seu conhecimento sobre o conteúdo? Justifique.

() Sim () Não

3) De 0 a 5, sendo 0 muito fácil e 5 muito difícil, avalie a dificuldade de se utilizar a aplicação apresentada. Justifique.

0 1 2 3 4 5

4) De 0 a 5, sendo 0 muito desconfortável e 5 muito confortável, avalie como se sentiu ao utilizar a aplicação apresentada. Justifique.

0 1 2 3 4 5

Parte 2 – Utilizando a aplicação de Geografia

1) O que você usou para analisar e identificar o bioma?

solo

plantas rasteiras

árvores

áudio

dicas

2) De 0 a 5, sendo 0 pouco necessário e 5 muito necessário, quão necessárias foram as dicas para o acerto da resposta? Justifique.

0 1 2 3 4 5

3) Você se sentiu imerso (sensação de presença) no ambiente? Se sim, comente se houve alguma contribuição para o seu aprendizado devido a esta imersão? Justifique.

Sim Não

4) Dos itens abaixo, escolha aqueles que identificam a aplicação (se necessário, faça algum comentário):

- simples dinâmico
 desinteressante atrativo
 não apoia o ensino apoia o ensino

5) De 0 a 5, sendo 0 nenhuma contribuição e 5 contribui muito, avalie a presença do áudio na aplicação. Justifique.

- 0 1 2 3 4 5

6) De 0 a 5, sendo 0 muito fácil e 5 muito difícil, avalie a dificuldade de se utilizar a aplicação apresentada. Justifique.

- 0 1 2 3 4 5

7) De 0 a 5, sendo 0 muito desconfortável e 5 muito confortável, avalie como se sentiu em utilizar a aplicação apresentada. Justifique.

- 0 1 2 3 4 5

Apêndice E

Questionário de Avaliação

Código do Participante: _____ Data: _____

1) Você conseguiu realizar todas as tarefas propostas? Comente se necessário.

Sim Não Parcialmente

2) Você ficou satisfeito com o resultado final das tarefas? Comente, se necessário.

Sim Não Parcialmente

3) O treinamento aplicado para o uso da ferramenta e para a realização das tarefas foi suficiente? O que poderia ser acrescentado/modificado?

Sim Não Parcialmente

4) Liste os aspectos positivos do protótipo de Realidade Aumentada para a educação.

5) Liste os aspectos positivos do protótipo de Realidade Virtual para a educação.

6) Liste os aspectos negativos do protótipo de Realidade Aumentada para a educação.

7) Liste os aspectos negativos do protótipo de Realidade Virtual para a educação.

8) Por favor, adicione qualquer outro comentário desejado aqui.

Obrigado pela sua colaboração!