



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES

CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

**REALIDADE VIRTUAL NO AUXÍLIO DA APRENDIZAGEM DA
ESTRUTURA ÓSSEA**

Cassiano Ricardo Weissheimer

Lajeado, dezembro de 2017.

Cassiano Ricardo Weissheimer

REALIDADE VIRTUAL NO AUXÍLIO DA APRENDIZAGEM DA ESTRUTURA ÓSSEA

Trabalho de conclusão de curso apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, na linha de formação específica em Engenharia da Computação, da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Fabrício Pretto

Maria Claudete Schorr Wildner

Lajeado, dezembro de 2017.

RESUMO

A Realidade Virtual é um ambiente tridimensional gerado por computador, que possibilita representar ou não o mundo real, onde o usuário sinte-se imerso e seja possível a navegação, a interação e a manipulação dos elementos virtuais presentes neste ambiente. Neste trabalho é desenvolvida uma aplicação de Realidade Virtual que visa auxiliar o processo de ensino, motivando os estudantes em relação ao conteúdo exposto, tornando-se um método alternativo e complementar, pois proporciona benefícios que não seriam possíveis com os métodos tradicionais. Assim, este trabalho é um estudo experimental e aplicado que tem a finalidade de descrever o desenvolvimento de uma aplicação imersiva em Realidade Virtual para dispositivos móveis voltado para auxiliar no processo de ensino de partes do corpo humano, especificamente a estrutura óssea. A validação foi realizada com estudantes do curso de Fisioterapia, onde os mesmos puderam visualizar, navegar e interagir com objetos virtuais como o crânio, braço e tórax.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Anatomia. Estrutura Óssea.

ABSTRACT

Virtual Reality is a computer-generated three-dimensional environment that allows one to represent the real world, where the user feels immersed and is able to navigate, interact and manipulate the virtual elements present in this environment. In this work a Virtual Reality application is developed that aims to aid the teaching process, motivating the students in relation to the exposed content, becoming an alternative and complementary method, because it provides benefits that would not be possible with the traditional methods. Thus, this work is an experimental and applied study that has the purpose of describing the development of an immersive application in Virtual Reality for mobile devices aimed at assisting in the teaching process of parts of the human body, specifically the bone structure. The validation was carried out with students of the Physiotherapy course, where they could visualize, navigate and interact with virtual objects such as the skull, arm and thorax.

Keywords: Virtual Reality. Anatomy. Bone Structure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dispositivos especiais para ambiente de Realidade Virtual.	16
Figura 2 - Continuum da Realidade Misturada de Milgram (Tori).....	19
Figura 3 - Exemplo de Realidade Aumentada.....	19
Figura 4 - Aplicação de RA utilizando marcadores.....	22
Figura 5 - Luvas Manus VR.....	25
Figura 6 - Oculus Touch.....	25
Figura 7 - Luva com atuadores, para sensação de força.	27
Figura 8 - Dispositivos baratos com force-feedback.....	27
Figura 9 - Dispositivo com 6 DOF e force-feedback.....	28
Figura 10 - Realidade Virtual em jogos.	29
Figura 11 - Reabilitação motora de paciente com a utilização de recursos de Realidade Virtual.	29
Figura 12 - Tratamento de fobias.	30
Figura 13 - Aplicativo Yelp.....	31
Figura 14 - IKEA Catalogue RA.....	32
Figura 15 - Propaganda Converse Shoe Sampler com RA.....	32
Figura 16 - Simulador de voo da Varig, retirado de Machado 2007.	34
Figura 17 - Simulação de cirurgia.....	35
Figura 18 - Utilização do MagicBook.....	35
Figura 19 - Esqueleto Axial.	39
Figura 20 - Crânio.	40
Figura 21 - Coluna Vertebral.	41
Figura 22 - Fixação do celular no Cardboard.	45
Figura 23 - Cardboard e controle bluetooth.....	46

Figura 24 - Menu Inicial da aplicação.....	48
Figura 25 - Aplicação desenvolvida.....	49
Figura 26 - Fluxograma da aplicação	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Experiência com RV e RA.	53
Gráfico 2: Classificação dos objetos	54
Gráfico 3: Classificação pela rotação	55
Gráfico 4: Percepção pelo modo de visualização.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comentários feitos pelos estudantes	56
------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS

2 DOF	2 Graus de liberdade
6 DOF	6 Graus de liberdade
GPS	Sistema de Posicionamento Global
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Objetivos específicos.....	11
1.2	Justificativa.....	12
1.3	Delimitação do tema.....	12
1.4	Estrutura do trabalho.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	Realidade Virtual.....	14
2.2	Realidade Aumentada.....	17
2.3	Dispositivos.....	23
2.4	Aplicações.....	28
3	ESTRUTURA ÓSSEA.....	37
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
4.1	Tipo de Pesquisa.....	43
4.2	Ferramentas.....	44
5	DESENVOLVIMENTO.....	47
6	RESULTADOS E ANÁLISE.....	52
6.1	Resultados.....	53
6.2	Problemas e Sugestões.....	57
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59
	APÊNDICES.....	63

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Cardoso e Lamounier (2008), a educação pode ser entendida como uma forma de descoberta e exploração de novas experiências, com a observação dos conteúdos realizados ou simulados na prática. Assim sendo, estes elementos constituem um fator importante para o crescimento e construção de novos saberes dos alunos de qualquer área.

Ao pensar nisso, educadores buscam a possibilidade de novas formas de aprendizagem para que se possa transmitir o conteúdo através de situações e experimentos simulados e vistos na prática, que contribui para um melhor entendimento dos conteúdos e motivar o interesse dos alunos sobre o que é ensinado.

Um método diferente do tradicional de aprendizagem, ocorre com a utilização de dispositivos de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV). Essa alternativa visa diminuir a distância entre o aluno e o conteúdo exposto pelo professor, pois possibilita visualizar por um novo ângulo situações e experiências simuladas, além de interagir com elementos virtuais dispostos em ambientes reais ou sintéticos para ampliar a visão e conhecimento do aluno sobre um determinado assunto (TORI, 2010).

Segundo Kirner e Siscoutto (2007) a Realidade Virtual é considerada um espaço tridimensional produzido inteiramente por computador, onde o usuário permanece totalmente imerso neste ambiente, envolvendo a possibilidade de movimentação dentro do cenário e interação com os objetos virtuais em tempo real.

A Realidade Aumentada é a integração de componentes virtuais e tridimensionais no ambiente real, visualizados por um dispositivo específico, como se fossem parte do cenário visto, além de permitir a interação e manipulação dos elementos reais e virtuais ao mesmo tempo. O usuário não perde a percepção do mundo real, mas a sensação de imersão é menor se comparada com a Realidade Virtual (ZORZAL; NUNES, 2014).

A educação tradicional baseia suas formas de ensino em livros, apostilas, slides, vídeos e fotos, o que muitas vezes para o aluno torna-se pouco atraente e monótono, nem sempre o conteúdo viabilizado pelo professor é compreendido por todos. Este fato pode influenciar na aprendizagem dos alunos, com isso, inicia-se uma busca por novas alternativas ou métodos não convencionais para diversificar o ensino dos conteúdos apresentados pelo professor (TORI, 2010).

Este trabalho é uma pesquisa experimental e aplicada, que busca desenvolver uma aplicação de RV, para ensinar de uma forma não tradicional, os estudantes da área da saúde, sobre a estrutura óssea. Esta maneira diferente do ensino tradicional permite ampliar a aproximação e motivação do aluno sobre um determinado conteúdo visto sob novos ângulos.

Objetivo

Este trabalho tem a finalidade de desenvolver uma aplicação de RV, voltada a auxiliar os estudantes da área da saúde, sobre o estudo da estrutura óssea do corpo humano, em específico o esqueleto Axial. Dessa forma, beneficiar na compreensão deste conteúdo através da visualização em tamanho proporcional ao real do esqueleto humano.

1.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Compreender os conceitos de Realidade Virtual;
- Compreender os principais conceitos sobre a estrutura óssea do corpo humano;

- Desenvolver uma aplicação de RV voltada ao ensino;
- Testar e validar o funcionamento da aplicação com estudantes da área da saúde.

1.2 Justificativa

A Realidade Virtual é pouco conhecida pelas pessoas em geral, apesar de já ser estudada há vários anos. Ela possibilita desenvolver inúmeras aplicações para várias áreas do conhecimento, das quais outros métodos convencionais não seriam adequados para transmitir as sensações que são possíveis apenas com ela.

As tecnologias atuais na área da educação podem melhorar ou complementar os métodos tradicionais de ensino, ampliando a percepção do estudante sobre o conteúdo. Assim, outras formas não convencionais podem incentivar e motivar a busca pelos conteúdos apresentados pelos professores, como a utilização de RV para promover o aprendizado de uma forma diferente através da possibilidade do estudante visualizar na sua frente objetos virtuais, situações ou experimentos simulados de maneira bem realística.

1.3 Delimitação do tema

O protótipo desenvolvido é uma aplicação para dispositivos móveis com recursos de Realidade Virtual, onde é possível visualizar partes do esqueleto axial, que ao selecionar uma delas aparecer num ponto fixo a sua frente em tamanho real, possibilitando visualizar sobre vários ângulos.

As partes do esqueleto axial que podem ser visualizadas através do protótipo são o crânio, coluna vertebral e caixa torácica. O esqueleto apendicular não foi tratado neste trabalho. As imagens tridimensionais estão em um ponto específico a frente do usuário da aplicação, as quais podem ser rotacionadas para cima, para baixo, para esquerda e para direita.

1.4 Estrutura do trabalho

O Capítulo 2 descreve detalhadamente os conceitos de RV e RA, dispositivos utilizados, aplicação existem em várias áreas do conhecimento. Logo após, no Capítulo 3 tem uma breve descrição sobre a estrutura óssea do corpo humano.

O programa utilizado para o desenvolvimento do protótipo foi a *engine* de jogos Unity com os SDKs do Google VR e Kudan que possibilitam criar uma aplicação em RV, essas explanações são apresentadas no Capítulo 4. A Aplicação é composta de uma cena inicial para escolha de dois modos de visualização, cada um carrega uma nova cena com o menu de opção das partes da estrutura óssea a serem visualizada, sendo descrita no Capítulo 5.

A validação foi realizada pelos estudantes da área da saúde, que após teste eles responderam um pequeno questionário, descrito no Capítulo 6 deste trabalho. No Capítulo 7 são apresentadas as considerações finais referente a este trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentado o conceito de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, sua história, formas de aplicação e utilidades para essa tecnologia. Devido ao fato do presente trabalho ter sua aplicação voltada para a área da saúde, parte do referencial teórico versará sobre o assunto foco, a estrutura óssea do corpo humano e suas características.

2.1 Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) é considerada como um ambiente tridimensional realista reproduzido por computador, onde o usuário se sente parcialmente ou totalmente imerso neste lugar. Ao usuário dessa realidade, quanto menor for a sua percepção do mundo real maior será sua capacidade de imersão neste mundo virtual (TORI; KIRNER, 2006).

Segundo Cardoso e Lamounier Jr. (2008), a Realidade Virtual pode ser caracterizada como um conjunto de programas computacionais, executados por computadores com alto desempenho e utilizando dispositivos ou periféricos especiais para desenvolver uma interface com ambiente gráfico realístico, no qual é possível ao usuário se deslocar pelo ambiente virtual e interagir com objetos lá dispostos.

Outra forma de definir a Realidade Virtual, seria compreender a interface presente no ambiente virtual, através da ilusão reproduzida por gráficos desenvolvidos em computadores, assemelha-se com o mundo real, de tal forma a fazer o usuário sentir-se imerso e presente neste ambiente (MAGALHÃES, 2010).

Para que isto ocorra, é fundamental haver interação com os objetos e o cenário em tempo real, podendo ser através de dispositivos ou ferramentas multissensoriais para que produza algum evento neste ambiente. Estes objetos virtuais podem ser animados ou inanimados, apresentando animações automáticas ou geradas por algum evento (MAGALHÃES, 2010).

A interação em um ambiente tridimensional é um fator importante tanto para sistemas de RV quanto para RA, sendo poucas as alterações realizadas ao utilizar em um ou outro. As técnicas utilizadas para interação do usuário com os objetos e ambiente virtual, são classificadas em navegação, manipulação, controle do sistema e entrada simbólica (TORI; KIRNER, 2006).

As técnicas para manipulação dos objetos e ambiente tridimensional, estão envolvidas com as ações que serão possíveis de o usuário realizar. Ela pode ser de forma simples, natural e intuitiva em alguns casos, enquanto para outros casos deve ser usada com moderação. Pois é importante que a interação com os objetos seja o mais realista possível, ou seja, o mais próximo do que seria feito no mundo real (KELNER; TEICHRIEB, 2008).

Outro aspecto importante em RV é a navegação, sendo uma das formas mais simples de interação entre o usuário e o ambiente. A movimentação pelo espaço virtual tridimensional é realizada por meio de um dispositivo que provoque este evento, conforme o sentido do movimento realizado pelo usuário, como deslocamento, rotação ou translação, evidenciando uma nova parte do cenário. Estes dispositivos de movimentação podem ser *mouse*, rolando ou clicando em parte do ambiente, gestos capturados por algum sensor ou até por comandos emitidos por voz (KELNER; TEICHRIEB, 2008).

Segundo Tori e Kirner (2006), a navegação é um conjunto de fatores que faz uso de dispositivos não convencionais tanto de entrada como de saída, que disparam eventos de deslocamento em tempo real no ambiente tridimensional, sendo a movimentação uma combinação da rotação e translação no espaço. Assim, o usuário terá a capacidade de se movimentar em três eixos para rotação e três eixos de translação, obtendo seis graus de liberdade.

Outra técnica de interação conhecida como controle de sistema possibilita alterar um estado ou modo de interagir com o ambiente virtual e os elementos presente nele. Essa técnica é utilizada pelo usuário para modificar as formas de interação disponíveis. O usuário acionar os comandos por menus existem na aplicação, ferramentas, comandos de voz ou gestos (KELNER; TEICHRIB, 2008).

A visualização geralmente é a forma mais utilizada de RV, mas a possibilidade de utilizar outros sentidos como audição para ouvir sons gerados por computador ou o tato para movimentar objetos fazem com que o usuário se sinta mais imerso neste ambiente, ampliando a experiência obtida (TORI; KIRNER, 2006).

Na Figura 1 apresenta alguns exemplos de dispositivos especiais voltados para aumentar a imersão do usuário com o ambiente virtual, onde são obtidos os dados em relação a interação através da luva com objetos virtuais, enquanto que o usuário visualiza o ambiente virtual com os óculos.

Figura 1 - Dispositivos especiais para ambiente de Realidade Virtual.



Fonte: Magalhães (2010).

O ambiente virtual visualizado pelo usuário, de acordo com Pinho e Rebelo (2006), é caracterizado com um cenário tridimensional, visualizado a partir de técnicas específicas de computação gráfica, para alterar dinamicamente o ambiente e em tempo real. Assim, através dos dispositivos especiais para interação e visualização, o usuário se sentira mais imerso na aplicação.

Segundo Kirner e Salvador (2007), o ambiente virtual é constituído por um espaço determinado, com diferentes elementos e eventos nele presente, para interação com usuário, construído em um computador e reproduzido por uma aplicação de RV. Assim sendo, um ambiente virtual precisa ter as seguintes características específicas:

- Sintético: um ambiente totalmente virtual, desenvolvido em um computador.
- Tridimensional: o usuário é envolto em um ambiente com 3 dimensões, onde é possível a navegação e apresenta sentido de profundidade na cena.
- Multissensorial: que envolve outros sentidos além do visual, como sonoro, tátil e demais sensações do usuário com o ambiente.
- Imersivo: são as sensações transmitidas pelo ambiente, como se estivesse presente dentro do mesmo.
- Interativo: é a possibilidade de manusear ou deslocar os elementos presente no ambiente ou acionar eventos associados sobre os objetos.
- Realístico: é tornar o ambiente o mais real possível, como também os elementos presentes dentro dele.
- Com presença: o usuário sente-se presente fisicamente no ambiente.

A Realidade Virtual permite criar um cenário onde seja possível navegar e interagir com os objetos, que conforme as interações do usuário com o ambiente em volta, o cenário vai se alterando em tempo real. A Realidade Virtual pode simular de forma realística um ambiente imaginário, ou até mesmo recriar um espaço real (PINHO; REBELO, 2006).

2.2 Realidade Aumentada

A tecnologia de Realidade Aumentada pode ser compreendida como a incorporação de imagens ou objetos virtuais tridimensionais, no mundo que nós vemos, ou seja, mundo real. Diferente da Realidade Virtual, onde se visualiza e

interage somente no mundo criado computacionalmente, a Realidade Aumentada permite a interação e manipulação dos objetos reais e virtuais ao mesmo tempo (ZORZAL; NUNES, 2014).

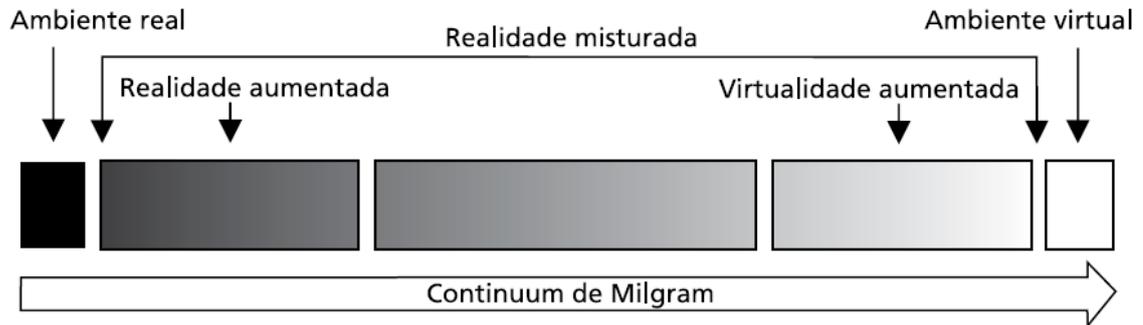
Segundo Azuma (1997), esta imersão e interação dos objetos virtuais sobrepostos em conjunto com os objetos reais ocorre em tempo real, em diferentes proporções, e podem se encaixar e integrar perfeitamente com o cenário, como se fosse parte dele, trazendo inúmeros benefícios em comparação as tradicionais imagens estáticas.

Além de não estar somente restrita a visualização, pode também haver a imersão através de outros sentidos como a audição, na forma de ouvir sons realistas produzidos por computador e ao tato, manipulando objetos virtuais em diferentes pontos de vista do cenário. De acordo com Souza-Concilio e Pacheco (2014), RA é uma experiência que pode envolver todos os sentidos do utilizador, de fácil interação com o sistema, sem o usuário precisar de treinamento adequado para utilização. Dessa forma, é possível trazer para o ambiente visualizado aspectos do mundo real em conjunto com elementos virtuais.

Uma aplicação de RA permite uma comunicação multissensorial entre o ambiente e o utilizador, mantendo uma relação agradável entre eles, sem que o usuário perca a noção da realidade para obter acesso as informações transmitidas. Ao usuário, há possibilidade de interagir com os elementos virtuais com dispositivos ou até mesmo com as próprias mãos se torna atrativa e até motivadora (SOUZA-CONCILIO; PACHECO, 2014).

Alguns autores definem a RA como parte de um *continuum* da Realidade Misturada. Segundo Milgram (1994) a RA e RV não podem ser consideradas como uma antítese uma da outra, mas como parte de variação de um contínuo onde cada uma das duas está relacionado mais a uma extremidade da composição geral da Realidade Misturada, que aparece de forma clara na Figura 2.

Figura 2 - Continuum da Realidade Misturada de Milgram (Tori).



Fonte: Tori (2006).

Ao observar a Figura 2 é possível analisar que cada uma está mais relacionada a um ambiente. A RV é o próprio Ambiente Virtual gerado computacionalmente, enquanto que a RA está associada ao Mundo Real, através da sobreposição dos objetos virtuais neste ambiente. A Figura 3 demonstra um exemplo de Realidade Aumentada, onde os objetos virtuais e reais estão presentes na mesma cena.

Figura 3 - Exemplo de Realidade Aumentada.



Fonte: Tori, Kirner e Siscoutto (2006).

O exemplo de Realidade Aumentada apresentado na Figura 3, combina os objetos virtuais com o ambiente, sendo eles o carro e o vaso de flores posicionados sobre a mesa. Os demais objetos na cena são reais, como a pasta, a calculadora e apagador. O carro e vaso de flores, podem ser deslocados no espaço, a partir da manipulação realizada com o marcador, ou alguma forma de rastreamento da posição do carro ou com dispositivos específicos para a aplicação.

Outro modo de entender a RA seria considerá-la um melhoramento do ambiente real, de tal forma a ampliar o conhecimento, através de informações que possam ser extraídas, como textos ilustrativos, imagens para complementar alguma explicação ou objetos que possa se alinhar com o mundo real (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

Segundo Azuma (1997), a finalidade de um sistema RA é ampliar o conhecimento e a interação entre o usuário desta tecnologia com o mundo real, através da combinação dos objetos virtuais tridimensionais com o ambiente observado. Para que isso seja possível, são consideradas as seguintes características:

- Combina objetos reais e virtuais, sendo visualizado no ambiente real;
- A interação com este ambiente ocorre em tempo real;
- Os objetos virtuais são tridimensionais.

Também segundo Azuma (1997), algumas das aplicações de RA podem fazer uso da remoção dos objetos reais do espaço visualizado, para então complementar com os objetos virtuais. Este método é considerado um subconjunto da RA, pode ser útil para extrair informação de um determinado lugar, como por exemplo, mostrar um lugar como era antes da construção de um prédio.

O registro é um conceito importante para aplicações em RA, pois ele tem por finalidade manter o alinhamento adequado dos objetos virtuais com os objetos reais da cena. De acordo com Tori (2010), para o registro em RA é essencial ter uma técnica de rastreamento com extrema precisão dos objetos virtuais e sua posição em relação ao usuário e aos outros objetos reais de interesse para a aplicação, para que se tenha dessa forma, um perfeito alinhamento dos objetos virtuais com o ambiente visualizado.

Atualmente existem inúmeras técnicas para que se possa ser realizado o rastreamento dos pontos de interesse de uma aplicação em RA. De acordo com Lucena, Teichreib e Simões (2013), os sistemas em RA podem ser caracterizados pelo tipo de rastreamento utilizado, sendo com marcadores ou sem marcadores, apenas o que muda entre eles são as informações que são repassadas a aplicação para determinar a posição dos objetos no ambiente visualizado.

As técnicas de rastreamento podem variar conforme o objetivo da aplicação. Os marcadores servem para auxiliar no posicionamento do objeto na cena, permitindo servir como referência para a disposição. Outras aplicações podem usar características dos objetos reais como ponto de referência. Lucena, Teichreib e Simões (2013) divide as técnicas conforme as informações que podem ser extraídas para o rastreamento dos elementos:

- **Marcadores:** são padrões com características próprias reconhecidas pela aplicação, que ao serem colocadas no ambiente visualizado servem como referência para disposição dos objetos virtuais em torno da cena visualizada;
- **Sensores:** são aparelhos com tecnologias de acelerômetro, GPS e giroscópio implementados, que a partir deles podem ser extraídas as informações relevantes como a posição, o sentido, a orientação e os movimentos realizados pelo usuário;
- **Textura:** essa técnica faz uso de características inerentes da imagem presente no ambiente real, frequentemente conhecida por *keypoints*. Cada objeto possui as características que servem para seu rastreamento na cena, sem a necessidade de um outro elemento como referência;

O marcador geralmente tem o formato de um quadrado com as bordas pretas com um fundo branco e uma imagem no centro que é rastreado pela câmera e reconhecido pelo sistema de RA, de forma obter em tempo real a posição e orientação do marcador. O formato do marcador pode variar conforme a técnica utilizada. Em sequência, após reconhecido, uma imagem 3D será sobreposta na posição do marcador, que será visualizado pela tela de um dispositivo com o sistema instalado (CONSULARO; COELHO; CALONEGO JR., 2007).

A Figura 4 apresenta um exemplo de aplicação utilizando marcadores fiduciais que são capturados pela câmera e transmitidos ao sistema, que após reconhecidos sobrepõem no mundo real uma chapa de aço virtual que ao trocar o marcador apresenta uma chapa diferente, demonstrando os diferentes padrões de ferrugem. A placa virtual foi deslocada para o lado do marcador para poder visualizar ambos.

Figura 4 - Aplicação de RA utilizando marcadores.



Fonte: Bastos, Teichrieb e Kelner (2006).

Segundo Pinto e Centeno (2012), para o correto alinhamento dos elementos virtuais com o ambiente real em uma aplicação de RA, é necessário extrair as informações relevantes sobre o posicionamento dos objetos reais de interesse em tempo real. Dessa forma, através das informações obtidas por sensores, uma aplicação de RA pode rastrear e definir a disposição e orientação dos objetos no ambiente real.

As aplicações que têm necessidade de conhecer a localização e orientação do utilizador, podem fazer uso de sensores para *tracking* (mede a posição e orientação do usuário no ambiente em relação ao sistema), ou seja, para definição da posição do usuário no ambiente real. Isto somente é possível, quando as informações apresentadas para rastreamento forem em 6 graus de liberdades em relação ao utilizador da aplicação (MOUTINHO, 2015).

Tecnologias de sensores presentes em dispositivos móveis são frequentemente utilizadas para definição do posicionamento do utilizador em relação ao mundo real. Cada tecnologia possui características próprias para extrair as informações necessárias. O giroscópio está relacionado às informações referentes a orientação do dispositivo, enquanto que o acelerômetro indica a mudança da aceleração e orientação do celular em relação aos 3 eixos, quando ele é girado pelo usuário (PINTO; CENTENO, 2012).

Outro sistema presente nos dispositivos móveis é o GPS, Sistema de Posicionamento Global, utilizado para navegação, pois determina aproximadamente a localização geográfica do utilizador em relação as coordenadas de altitude e longitude. O funcionamento do GPS está relacionado com as comparações realizadas pelo tempo que a transmissão do sinal passa dos satélites para o receptor, com isso é possível identificar a posição do dispositivo em um raio de poucos metros. Em

aplicações de RA, essa tecnologia é utilizada em conjunto com outros sensores para obter as informações de interesse sobre o dispositivo utilizado (MOUTINHO, 2015).

Outros sensores, como acústicos e os magnéticos, também podem ser utilizados em aplicações de RA, mas precisam de dispositivos específicos para eles. Os sensores acústicos fazem uso de microfone para rastreamento acústico do ambiente, podendo estar acoplado ao objeto de interesse da aplicação. Frequentemente ele é utilizado em frequências altas, como o ultrassom, sendo imperceptível pelo ouvido (MACHADO; CARDOSO, 2008).

Os sensores magnéticos são mais utilizados em sistemas de RV, com softwares especializados no assunto. Também sendo possível obter os 6 DOF, ou seja, possível movimentar nos três eixos de translação e nos três eixos de rotação. Eles são compostos por um transmissor que emite o sinal e o usuário com 3 antenas, em cada objeto desejado também são colocadas 3 antenas. O sinal é captado e processado para então determinar a localização aproximada e a orientação (MOUTINHO, 2015).

As aplicações de RA recebem as informações extraídas pelos sensores, processa e efetua os cálculos necessários e executa as ações preestabelecidas, transmitindo para o *display* o resultado. Este processamento e apresentação dos elementos virtuais na tela é realizado em tempo real, para aumentar a experiência de imersão neste ambiente (MOUTINHO, 2015).

2.3 Dispositivos

Segundo Kirner e Siscoutto (2007) a criação dos computadores eletrônicos trouxe inúmeros benefícios para as pessoas, sendo uma nova forma de interação com as máquinas, mas por muito tempo era preciso que os usuários se adequassem a elas. A evolução tecnológica, vem neste sentido alterando essa realidade, de forma a fazer com que as máquinas se ajustassem aos seus usuários e não mais o contrário.

Para que se tenha interação em aplicações de RA, se faz muitas vezes necessário o uso de dispositivos tecnológicos que disparam eventos associados a algum comportamento preestabelecido no sistema sobre os objetos virtuais de

interesse, possibilitando uma maior imersão no ambiente visualizado. Nesta seção serão descritos os dispositivos utilizados em aplicações de RA e RV existente atualmente.

Os dispositivos de entrada têm a função de transmitir para o sistema as informações referentes as ações realizadas pelo usuário, que podem ser do tipo de interação com os elementos virtuais ou rastreamento dos pontos de interesse.

Segundo Machado e Cardoso (2008), através dos dispositivos de interação é possível ao sistema reconhecer o tipo de manipulação ou movimento dos objetos virtuais realizados pelo usuário. Existem vários tipos de dispositivos para interação do usuário com o sistema, a escolha depende do objetivo do trabalho, do *framework* e pacotes disponíveis. Os dispositivos de interação podem ser 2 DOF, 6 DOF, luvas de dados e sensores de entrada biológicos.

Os dispositivos 2 DOF são simples, baratos e com menor tempo de resposta do sistema, mas limita o movimento do usuário apenas nas posições 'x' e 'y'. Como exemplos destes dispositivos o *joystick* e *mouse*. Nos dispositivos 6 DOF garante 6 graus de liberdade, sendo possível movimentar nos três eixos de translação e nos três eixos de rotação, ou seja, em todas as direções possíveis em um ambiente tridimensional (MACHADO; CARDOSO, 2008).

O *mouse* pode ser modificado para funcionar em 3 ou 6 graus de liberdade, mas sua eficiência e qualidade varia conforme o tipo de dispositivo de rastreamento que será utilizado. Outro exemplo de dispositivos em 6 DOF diferente dos demais são os isométricos, pois além de movimentar em todas as direções, é possível medir a intensidade da força exercida sobre eles (MACHADO; CARDOSO, 2008).

A luva de dados é diferente dos dispositivos 2DOF e 6DOF, pois é capaz de reconhecer e transmitir para o sistema os movimentos realizados pelo usuário, geralmente através de luvas com sensores mecânicos ou de fibra óptica. No mercado, existe uma variedade de luvas para diferentes fins, algumas podem até integrar um sensor de movimentos, para identificar sua posição no ambiente 3D, conforme pode ser visualizado na Figura 5, uma luva Manus VR.

Figura 5 - Luvas Manus VR



Fonte: Adaptação de Manus VR (2016).

Outros dispositivos que reconhecem e transmitem os dados ao sistema, são o Oculus Touch e os controles do HTC Vive. O controle Oculus Touch, mostrado na Figura 6, tem um formato de meia lua, sendo utilizado um em cada mão, ambos não se comunicam por fio com o sistema. Sua configuração de gatinhos e botões tem a finalidade de interagir com o ambiente, através de mãos virtuais.

Figura 6 - *Oculus Touch*.

Fonte: Cimino (2016).

Os dispositivos com sensores de entrada biológicos são caracterizados por chamadas indiretas, através dos comandos emitidos por voz ou sinais elétricos musculares. Esses sensores têm a possibilidade de facilitar a interação do usuário com o sistema, pois deixa as mãos livres para ocupar outras atividades.

Também é possível encontrar dispositivos de rastreamento dos elementos virtuais e pontos de interesse, a partir do reconhecimento do deslocamento do objeto

em relação ao referencial. De acordo Machado e Cardoso (2008), há 3 tipos de tecnologia diferentes para luvas de dados, as quais são dispositivos com Rastreamento Mecânico, Magnético e Ultrassônico.

Dentre os conceitos abordados em RA, há a interação realizada através da sensação de toque ou até mesmo a força, que segundo Machado (2007) muitas vezes possibilita explorar o ambiente real através do tato é necessário, quando somente a visualização não traz a extensão e o contorno do objeto de interesse da aplicação.

Os dispositivos hápticos neste sentido permitem transmitir as informações sensoriais, como o sentido de toque de um objeto virtual de interação em ambiente de RA ou RV, estando eles associados ao tato e cinestesia, que está relacionada à percepção obtida nos músculos e juntas, a partir das tensões de retorno aplicadas sobre eles. Esses dispositivos aumentam a experiência obtida na interação, oferecendo mais realismo, e com isso o usuário sentirá mais imerso, pois terá a possibilidade de sentir a sensação ocorrer em tempo real.

O usuário interage com a aplicação através dos dispositivos, os quais enviam informações sobre a propriedade do toque ou movimento ao sistema, que serão processadas pelo mesmo e definido a força de resistência a ação. Essa informação é enviada ao dispositivo que aplicam através dos motores instalados, conhecidos como atuadores, a força de reação calculada para objeto de interesse da aplicação (MACHADO; CARDOSO, 2008).

Estes dispositivos hápticos são compostos por dispositivos de entrada responsáveis por fornecer as informações referentes as ações do usuário e dos dispositivos de saída, sendo as rotinas de controle responsáveis por processar e informar as propriedades tátil do objeto, ou seja, fornece a sensação de toque ou força de forma realista para o usuário (MACHADO, 2007).

Atualmente existem diversos modelos deste tipo elaborados com a finalidade de fornecer meios de reconhecimento e manipulação dos objetos em ambientes de RA e RV, que conforme Machado (2007) podem ser categorizados a partir da maneira como são utilizados, em três grupos: dispositivos para mãos, dispositivos para os braços e pernas, e por último os dispositivos para o corpo.

Os dispositivos para mãos possibilitam ao usuário obter a sensação oferecida pelo tato, como se estivesse tocando o objeto virtual com os dedos ou com as mãos. Essas informações transmitidas pode ser estar relacionadas a pressão, força, o calor e até a vibração do objeto. A luva da Figura 7 apresenta um exemplo de aparato utilizado, que através do uso de atuadores instalado nas mesmas, pode fornecer as sensações de força para o usuário da aplicação (MACHADO; CARDOSO, 2008).

Figura 7 - Luva com atuadores, para sensação de força.



Fonte: Machado e Cardoso (2008).

Os dispositivos além da sensação tátil podem emitir a força de resistência para as mãos do usuário, através de alguma tecnologia conhecida como *force-feedback*, muito utilizado em luvas, variando apenas na composição de cada uma. Para dispositivos de braços e pernas, de acordo com Machado (2007), é frequentemente utilizado *force-feedback* com a finalidade de limitar os movimentos e ações do usuário de acordo com a atividade simulada, de forma a tornar mais real a experiência e aumentar a imersão no ambiente em execução. Os modelos mais baratos e populares com essa tecnologia são os *joystick* e *mouse*, apresentados na Figura 8.

Figura 8 - Dispositivos baratos com *force-feedback*.



Fonte: Machado (2007).

Existem uma variedade de dispositivos voltados a oferecer *force-feedback* para dispositivos de braços e pernas, o que muda apenas é a tecnologia implementada.

Um exemplo deste tipo seria um braço mecânico chamado The Phantom Omni, conforme mostra a Figura 9. Este dispositivo oferece 6 graus de liberdade, apesar de possuir espaço limitado para movimentação, ele possibilita aplicar diferentes quantidades de força no dispositivo (MACHADO; CARDOSO, 2008).

Figura 9 - Dispositivo com 6 DOF e *force-feedback*.



Fonte: Machado e Cardoso (2008).

A última categoria dos dispositivos hápticos são os que envolvem o corpo através de alguma plataforma móvel que transmitam a vibração ou influenciam no senso de equilíbrio do usuário.

2.4 Aplicações

A Realidade Virtual permite visualizar e interagir com um ambiente virtual tridimensional, com a possibilidade de simular situações, conhecer lugares sem estar lá, criar um mundo imaginário. Através de equipamentos especiais, permite navegar por mundos virtuais de aparência bem realística e sentir-se imerso e presente dentro deles. Atualmente, diversas áreas do conhecimento utilizam recursos de Realidade Virtual para ampliar as experiências dos usuários sobre um determinado interesse, como exemplos a área jogos, educação, propaganda, medicina, entre outras (TORI, 2010).

A área de jogos cresce cada vez mais no mercado, com uma grande variedade de disponível para entretenimento. A Realidade Virtual vem neste ponto trazer ganhando espaço, pois possibilita a criação de jogos em um ambiente tridimensional realístico, no qual o jogador se sentida totalmente imerso e presente dentro dele.

Conforme exemplo a Figura 10, de um usuário testa um jogo com Realidade Virtual, ao visualizar o ambiente virtual com o Oculus Rift, enquanto interagem com o jogo através da utilização de luvas de dados, que transmitem as informações para o sistema do jogo.

Figura 10 - Realidade Virtual em jogos.



Fonte: Canal Dezzcontrole (2015).

Na medicina, disponibiliza várias aplicações com recursos de Realidade Virtual, podendo ser para treinamentos de médicos, tratamento de fobias e reabilitação de paciente, entre outras. A Figura 11, demonstra um exemplo de aplicação desenvolvida para auxiliar na reabilitação motora de pacientes que tiveram um Acidente Vascular Cerebral (AVC).

Figura 11 - Reabilitação motora de paciente com a utilização de recursos de Realidade Virtual.



Fonte: Viana (2015).

Este método, observado na Figura 11, tem a finalidade de incentivar interação do paciente com o ambiente virtual, de forma melhorar a capacidade de controle entre

o real e o abstrato. Este tipo de tratamento auxilia no aprendizado do paciente, o qual não seria eficaz se fosse utilizado métodos tradicionais.

Outro exemplo, é um software que auxilia no tratamento de fobias, que com o ambiente gráfico realístico que a Realidade Virtual permite, o usuário pode navegar e interagir com os elementos virtuais. A Figura 12 demonstra um exemplo de aplicação onde a usuária confronta seu medo ao visualizar uma aranha virtual, enquanto que o especialista passa uma aranha falsa na mão da paciente.

Figura 12 - Tratamento de fobias.



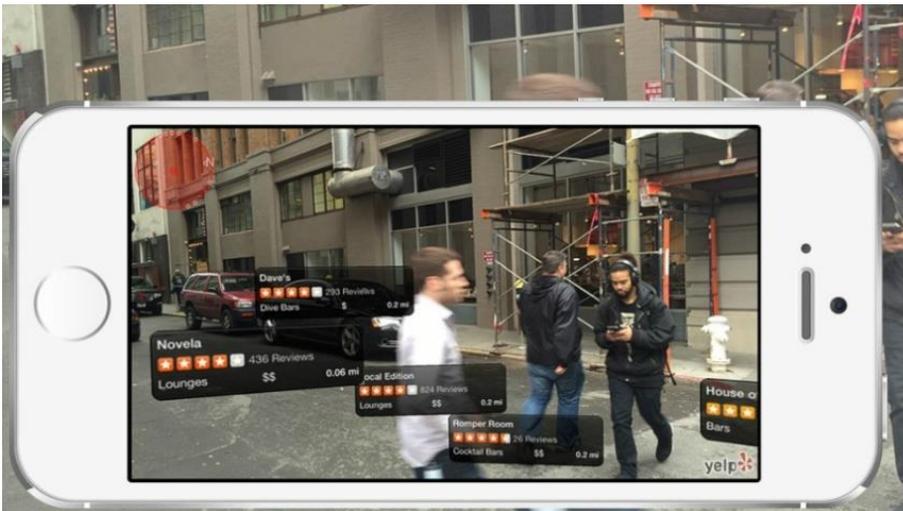
Fonte: Health Chess (2015).

Na Realidade Aumentada permite extrair e interagir com as informações visualizadas no mundo real através de objetos, imagens e textos virtuais dispostos neste ambiente pelo aplicativo utilizado. As possibilidades que esta tecnologia proporciona, podem ser aplicadas em uma grande variedade de áreas do conhecimento, como exemplo a ser citados são a arquitetura, a engenharia, a educação, a medicina, o comércio, o entretenimento, entre outras.

Segundo Souza-Concilio e Pacheco (2014), atualmente possui uma gama enorme de possibilidades de utilizar tecnologia de RA, em qualquer área. O desenvolvimento de uma aplicação de RA, pode fazer uso de quaisquer imagens presentes no ambiente real como marcador, também há outras aplicações que não têm a necessidade de um marcador para disponibilizar um elemento virtual tridimensional, ou até utilização do GPS para posicionamento espacial do usuário da aplicação.

O Yelp é um exemplo de aplicativo que através do GPS, localiza a posição aproximada do usuário e realiza uma busca por pontos de interesse ao redor dele, como restaurante, bares, mercados, postos, comércios, entre outros estabelecimentos. Ao utilizar a câmera no aplicativo, apontar para um determinado local, que ele busca identificar os estabelecimentos e avaliações realizadas por outros usuários.

Figura 13 - Aplicativo Yelp.



Fonte: Olhar Digital (2016).

A Figura 13 demonstra o funcionamento da aplicação, no qual o usuário aponta a câmera na rua e as informações são vista na tela do celular, dessa forma poderá escolher o melhor local. Também é possível deixar comentários para serem visualizado por outros usuários do aplicativo.

Na área de propaganda, já existe uma grande variedade de aplicações no mercado, na forma de auxiliar na escolha de um produto ou até encontrar o lugar mais perto do usuário para poder comprar. Um exemplo de aplicativo que utiliza RA é o IKEA Catalogue RA, que foi lançado em 2013 pela empresa IKEA. O catálogo possibilita aos usuários visualizarem mobiliários vendidos pela loja em tamanho proporcional ao real, em sua própria casa, apenas apontando a câmera para a revista e escolhendo a peça desejada, conforme Figura 14.

Figura 14 - IKEA Catalogue RA



Fonte: Fitzpatrick (2016).

Outro exemplo de propaganda com RA é Converse Shoe Sampler, um aplicativo para dispositivos móveis que apresenta aos clientes os tênis oferecidos por suas lojas de uma maneira diferente. O cliente apenas deve instalar o aplicativo, escolher o tênis desejado e apontar para os próprios pés. Ao fazer isso o aplicativo sobrepõe a imagem dos tênis por cima dos pés, mostrando como ficaria se estivesse usando eles, conforme Figura 15.

Figura 15 - Propaganda Converse Shoe Sampler com RA.



Fonte: Kajal Gala (2016).

Na medicina, RA oferece diversas aplicações para uma variedade de objetivos propostos, podendo ser para treinamento, outras para simulação de cirurgias ou

auxiliar no diagnóstico de um paciente, o que elas têm em comum são que visam aprimorar a visualização do problema e de explorar as sensações multissensoriais em situações reais ou simuladas.

Segundo Nunes et al (2007), a tecnologias de comunicação estão em constante evolução ao longo das décadas, se ampliando para várias áreas, como na medicina. Os rastreadores são frequentemente utilizados em aplicação de RA voltado a medicina, pois a partir dele se obtém as posições e orientações dos movimentos dos objetos ou até mesmo de pessoas em tempo real de execução.

De acordo com Cadavieco, Goulão e Tamargo (2014) a Realidade Aumentada possibilita criar uma relação bem próxima dos objetos reais com os virtuais, através das informações fornecidas ao ambiente visualizado e possíveis interações entre eles, de forma a enriquecer a experiência e compreensão dos alunos sobre o conteúdo ali apresentado.

Na área de educação, a Realidade Virtual e Aumentada cresce a cada dia e está expandindo a visão para além da forma tradicional de aprendizagem. Pois o professor ao ensinar através de métodos tradicionais como livros, apresentações, provas, vídeos, figuras, entres outras, torna a aula monótona e pode dispersar a atenção dos alunos. Dessa forma ao utilizar um método não convencional de ensino, como por exemplo, uma aplicação com Realidade Virtual e Aumentada voltada para um determinado assunto, possibilita incentivar os alunos a buscarem o conteúdo de uma forma inovadora e motivadora (SOUZA-CONCILIO; PACHECO, 2014).

A experiência obtida com a RA, pode beneficiar um aluno em sala de aula, através da possibilidade de integrar no ambiente real, informações ou conteúdos virtuais em conjunto com os objetos reais, sem perder a noção do mundo envolta. Com isso, favorecer novas metodologias de ensino com ferramentas interativas para atrair a atenção e motivar os alunos para enriquecer o aprendizado (SOUZA-CONCILIO; PACHECO, 2014).

Um exemplo de ensino utilizando um sistema em RV é o simulador de voo voltado ao treinamento dos pilotos, utilizado pela Empresa Nacional de Aviação Varig. Ao longo dos anos, o simulador de voo torna se uma ferramenta importante para este tipo de treinamento, dessa forma o piloto aprende sem correr risco de acontecer um

acidente ou levar a morte de alguma pessoa. A Figura 16 apresenta um modelo de dispositivo para treinamento de um avião da Boeing 147.

Figura 16 - Simulador de voo da Varig, retirado de Machado 2007.

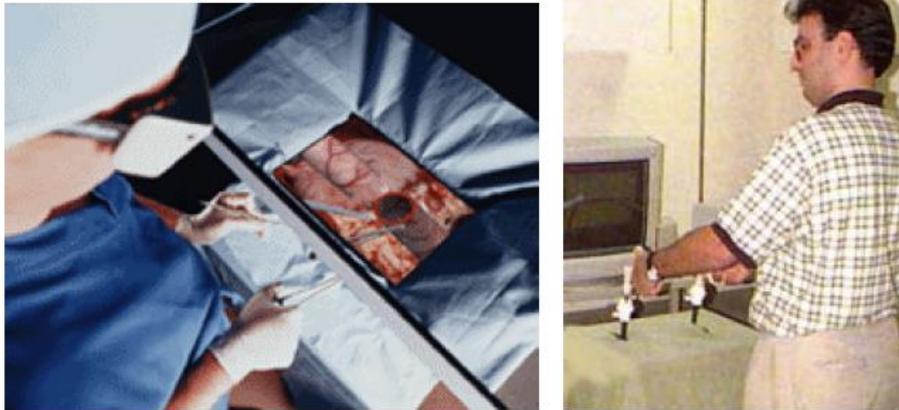


Fonte: Machado (2007).

Esta plataforma móvel possibilita ao piloto simular ações reais de decolagem e pouso com maior detalhamento, imersão e sensações físicas. Os pilotos antes de poderem pilotar um avião recebem uma carga horária para realização do treinamento neste simulador (MACHADO, 2007).

Outro exemplo de dispositivo voltado ao treinamento de médicos é o simulador de cirurgias que utiliza de RV para obter um cenário realístico. Dessa forma, os profissionais aprendem detalhes importantes sobre como seria uma cirurgia na prática, sem correr o risco de machucar um paciente. A Figura 17 apresenta o dispositivo háptico para realização de simulação de cirurgias em pacientes com riqueza de detalhes.

Figura 17 - Simulação de cirurgia.



Fonte: Machado (2007).

Conforme pode ser observado na Figura 17, ao lado esquerdo demonstra o que o usuário interagindo com o ambiente virtual e visualiza a simulação da cirurgia, enquanto que no lado direito mostra o equipamento utilizado, o qual possui dispositivos hápticos que fornece o retorno da força aplicada nele, o *feedback*. Assim o usuário pode sentir as sensações ao manusear as ferramentas durante a simulação da cirurgia.

Em Realidade Aumentada, um exemplo voltado a educação é um livro que relata histórias com ilustrações que servem como marcadores, os quais ao serem vistos por um dispositivo especial de RA retorna uma cena virtual. Os marcadores são rastreados pelo dispositivo que retorna a imagem ou cena tridimensional na posição onde se encontra a imagem do livro. A cena apresenta personagens descritos nas histórias, como pode ser observado na Figura 18.

Figura 18 - Utilização do MagicBook.



Fonte: Forte e Kirner (2009).

O livro possibilita ao usuário visualizar a cena por vários ângulos apenas, movimentando o livro ou se locomover entorno dele. A cena muda cada vez que é alterado a página do livro, pois assim aparece uma nova história, com outro marcador, formando um novo cenário que será visualizado (FORTE; KIRNER, 2009).

3 ESTRUTURA ÓSSEA

Este capítulo descreve o tema relacionado a área da aplicação do experimento desenvolvido em RV, o qual tem a finalidade de auxiliar no ensino da estrutura óssea corpo humano, em específico o esqueleto axial, para estudantes de Fisioterapia.

O corpo humano possui um sistema esquelético que define a estrutura interna de suporte do corpo, que em sua composição é formada pelos ossos, cartilagens e articulações. No desenvolvimento do corpo humano, a cartilagem e o osso estão interligados, pois a maioria dos ossos teve sua origem em algum tecido cartilágneo, que com o crescimento ao longo da infância é substituído um tecido ósseo (MARIEB; WILHELM; MALLATT, 2014).

Os ossos são considerados órgãos por conter diferentes tecidos, o tecido ósseo é mais predominante, mas também é encontrado tecido nervoso, tecido sanguíneo, cartilagem e tecido epitelial. Eles têm como principal funcionalidade dar suporte e estruturar o formato do corpo, servindo como fixação para os músculos e depósito de minerais essenciais (MARIEB; WILHELM; MALLATT, 2014).

O tecido ósseo possui componentes orgânicos e inorgânicos em sua composição e a maioria dos ossos são internamente compostos por uma substância esponjosos e externamente por uma substância compacta.

Os ossos possuem como característica uma cor esbranquiçada, sendo rígidos e ligados entre si, por diversas juntas e articulações. O corpo humano adulto possui no total 206 ossos em sua estrutura, que possuem diferentes formas e tamanhos. Cada osso possui um formato que auxilia na formação e função. A classificação dos ossos é baseada em seu formato, sendo assim, podem ser cinco tipos específicos:

ossos longos, curtos, planos, irregulares e sesamoides (MARIEB; WILHELM; MALLATT, 2014).

Os classificados como longos são os que possuem como característica uma forma alongada, sendo que o seu comprimento sempre será maior do que a largura. Mas não necessariamente serão os maiores ossos do corpo, como por exemplo, os ossos que se encontram nos dedos das mãos e pés, apesar de serem pequenos, eles apresentam largura menor e uma forma alongada.

De acordo com Marieb, Wilhelm e Mallatt (2014), os ossos curtos possuem uma forma levemente cúbica e no tamanho, possuem comprimento e largura semelhantes. Estes ossos estão localizados nas mãos e nos pés, na parte denominada carpo e tarso.

Os denominados sesamoides são formados dentro de tendões, são pequenos e considerados um gênero diferente e especial dos ossos curtos, com a possibilidade de variar em número e tamanho em cada pessoa. Uns exemplos de ossos com esse formato podem ser encontrados na patela, também conhecida por rótula. Alguns têm a função de alterar a direção em que atua a tração em um tendão, enquanto que outros tem a finalidade de diminuir o atrito e também modificar a pressão existente nos tendões.

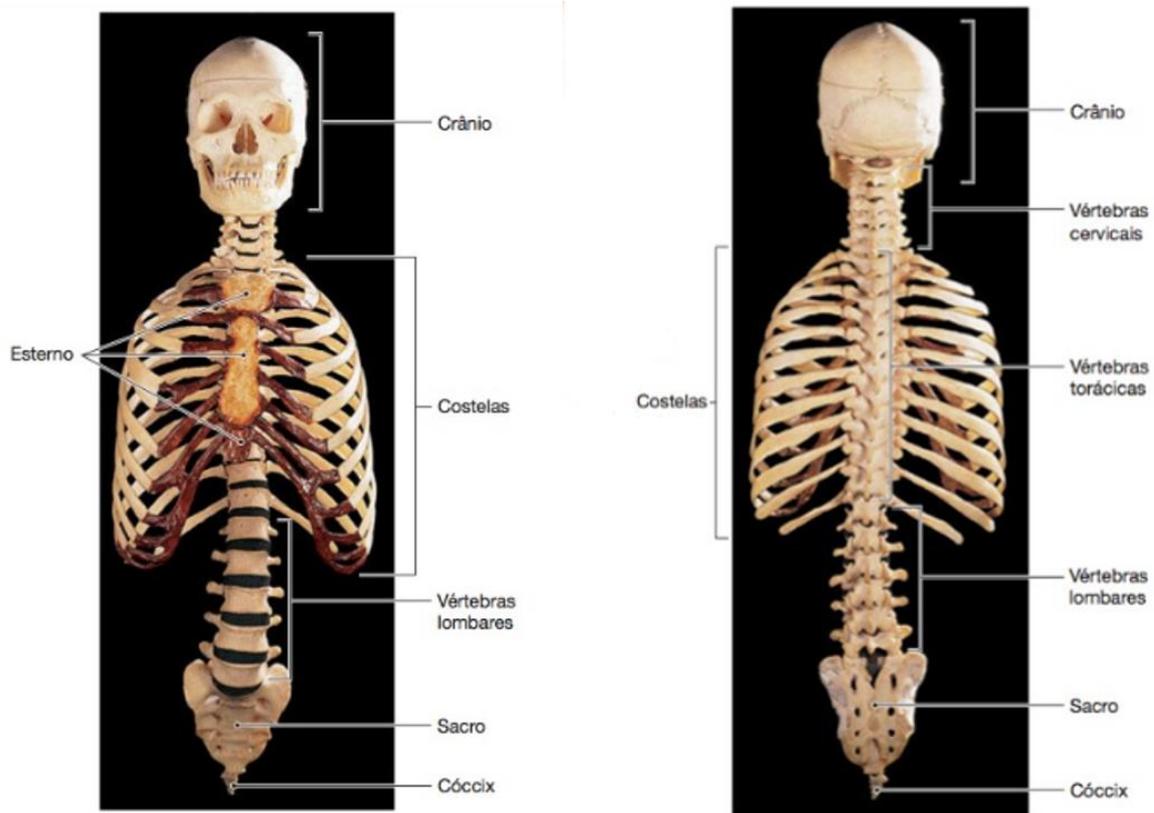
Os planos têm como característica serem achatados, finos e levemente curvados. De forma geral, são duas lâminas externas que estão paralelas e entre elas existe uma camada esponjosa. Na região do crânio, esterno, nas costelas e a escápula apresentam ossos desse gênero.

A última categoria que refere se aos irregulares agrupam os ossos que não se encaixam nas outras categorias por possui formas complexas e variáveis. Alguns exemplos deste tipo de categoria são os ossos do quadril e as vértebras.

A estrutura óssea do corpo humano é dividida em esqueleto axial e esqueleto apendicular. O Esqueleto Axial é formado pelos ossos do crânio, da coluna vertebral e da caixa torácica, conforme Figura 19. Essas três partes do esqueleto do corpo humano, possuem juntas cerca de 80 ossos, que forma 40% dos ossos existentes na estrutura óssea. Esses ossos possuem uma finalidade muito importante de proteger

os órgãos na região do tórax, medula espinhal e o encéfalo, servindo de suporte para a cabeça, o pescoço e tronco (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009).

Figura 19 - Esqueleto Axial.

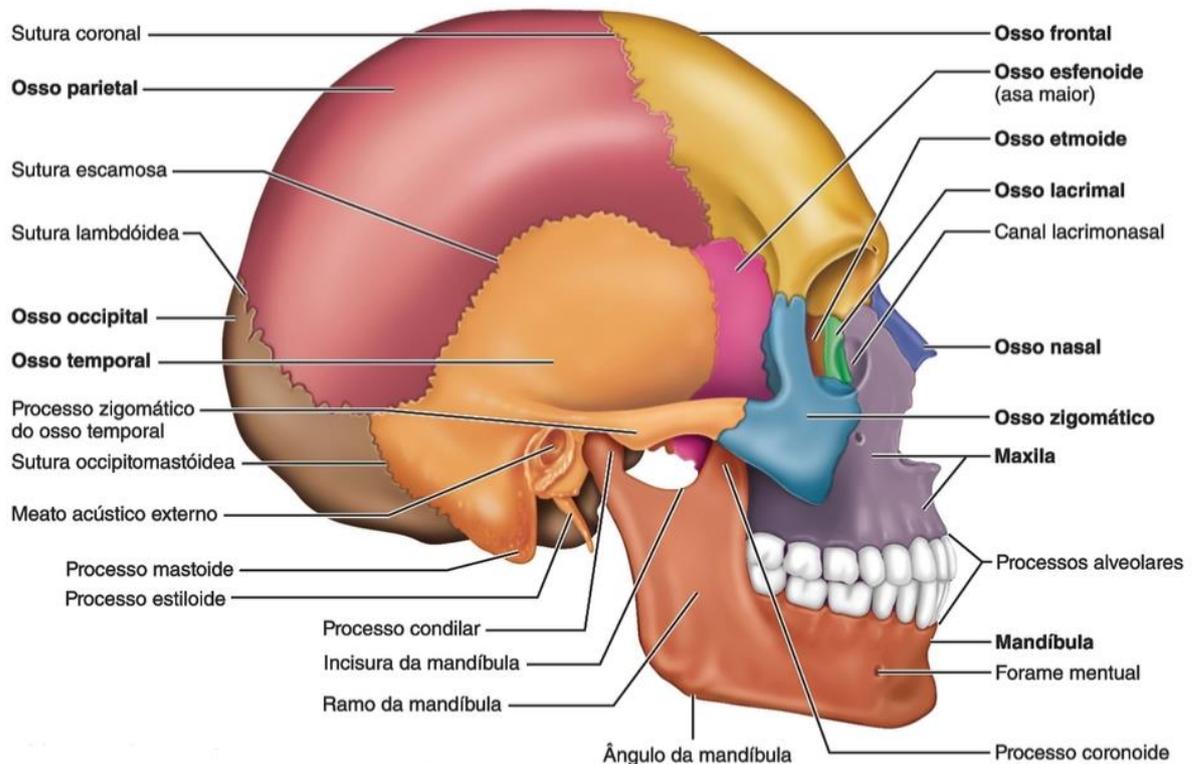


Fonte: (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009).

O crânio é composto pelos ossos da face e da caixa craniana, considerado a parte mais complexa da estrutura óssea do corpo humano. No total existem 22 ossos na região da cabeça, oito deles fazem parte da caixa craniana, os 14 ossos restantes fazem parte da face. A grande maioria dos ossos possuem um formato plano e estão interligados por articulações fixas, chamadas de suturas (MARIEB; WILHELM; MALLATT, 2014).

O crânio tem a função de envolver, sustentar e proteger o encéfalo, sendo basicamente formado pelos ossos esfenóide, etmóide, frontal, occipital, parietais e temporais. Na região da face, se encontra os ossos que protegem as aberturas para os sistemas respiratório e digestivo, formada pelos ossos lacrimais, mandíbula, maxilas, nasais, palatinos, vômer e zigomáticos. Os ossos faceais possibilitam a modelagem dos músculos para movimentação dos alimentos e expressões faciais, apresentado na Figura 20 (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009).

Figura 20 - Crânio.

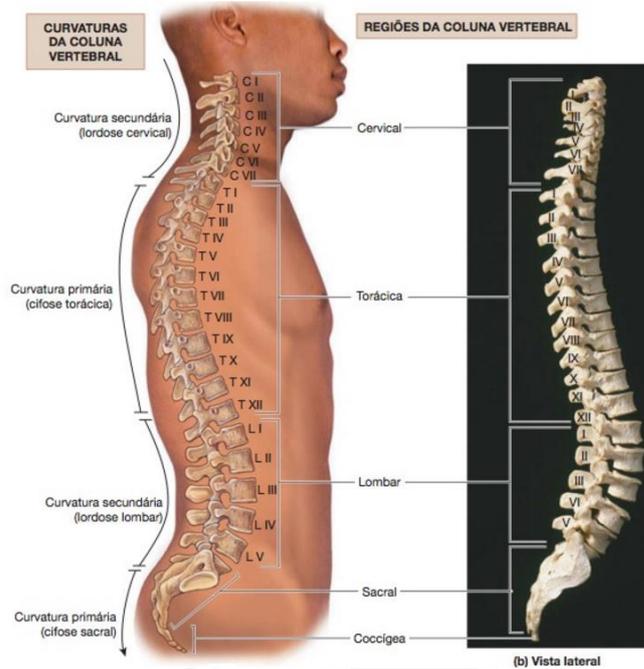


Fonte: Marieb, Wilhelm e Mallatt (2014).

Além do crânio o esqueleto axial é dividido pela caixa torácica e coluna vertebral. Na coluna vertebral é formada por 26 ossos, começando nas vértebras, passando pelo sacro e terminando no cóccix. As vértebras têm a finalidade de proteger a medula espinhal e constituírem um suporte para o peso exercido pela cabeça, pescoço e o tronco (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009).

Segundo Marieb, Wilhelm e Mallatt (2014), a coluna vertebral está dividida em 5 regiões distintas, sendo elas a cervical, torácica, lombar, sacral e coccígea. Cada uma delas possui algumas funções específicas. Na região do pescoço, estão localizadas sete vértebras cervicais, logo abaixo, as próximas 12 vértebras são as torácicas, em seguida são cinco vértebras lombares, após essas vértebras vem o sacro e por último o cóccix, conforme pode ser visto na Figura 21.

Figura 21 - Coluna Vertebral.



Fonte: (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009).

As vértebras cervicais são denominadas respectivamente de C I a C VII, iniciando com a letra C e com o número em romanos de um a sete. A primeira é chamada de atlas, serve para sustentar o pescoço e ela se funde a segunda vértebras C II a segunda é chamada de áxis, entre as duas não possui o disco intervertebral. A vértebra C VII, conhecida como vértebra proeminente tem como característica ser parecida com as vértebras torácicas (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009).

Em sequência as cervicais, as 12 vértebras torácicas, denominadas T I a T XII, são articuladas nos pares de costelas da caixa torácica e apresentam uma forma ligeiramente semelhantes a um coração. Após as vértebras torácicas, se encontra as cinco vértebras lombares, denominadas de L I a L V, as quais possuem os maiores formatos. Elas têm a função de sustentar grande parte do peso existente no corpo (MARIEB; WILHELM; MALLATT, 2014).

O sacro está localizado logo abaixo da última vértebra lombar, é formado por cinco vértebras fixas e fundidas. Na adolescência inicia o processo de fusão e termina na fase adulta, aproximadamente ao 25 ou 30 anos. Sua estrutura é curva, e apresenta a face dorsal convexa, com articulações que fixam aos membros inferiores da estrutura óssea. Ele tem a finalidade de proteção dos órgãos localizados nesta

região, sendo eles os genitais, digestórios e urinários (MARIEB; WILHELM; MALLATT, 2014).

A última parte da coluna vertebral é o cóccix, formado a partir de três a cinco vértebras que se fundem na fase adulta de uma pessoa, aproximadamente aos 26 anos. Apresenta um formato pequeno e triangular, possibilita a fixação de diferentes ligamentos e outros músculos (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009).

A última parte da divisão do esqueleto Axial é a caixa torácica, formada pelas costelas, vértebras torácicas, pelo esterno. Ela possui o formato de um barril, e tem duas importantes funções, que são servir de proteção para os órgãos dispostos dentro dela, como coração, pulmões e demais órgão e a outra função de fixação para diversos músculos do pescoço, ombros, tórax e outros músculos que estão envolvidos com o sistema respiratório (MARIEB; WILHELM; MALLATT, 2014).

O esterno está disposto na parte anterior ao tórax, sendo um osso achatado e plano, com o formato ligeiramente parecido com um punhal, em um adulto mede perto de 15 cm de comprimento. Ele é dividido em três partes, na parte superior vem o manúbrio em formato de semelhante a um nó de gravata que se conecta aos dois primeiros pares de costelas e clavícula, em seguida o corpo é a maior parte existente no esterno, composto por quatro ossos separados que se fundem na adolescência, está ligado do segundo ao sétimo par de costelas e por último, na parte inferior do esterno se encontra o processo xifoide que possui a forma semelhante a uma língua (MARTINI; TIMMONS; TALLITSCH, 2009).

As costelas possuem formato alongado e curvo, que se articulam com as vértebras torácicas e a parede torácica anterior, no total são 12 costelas denominadas verdadeiras ou falsas a partir da ligação com o esterno. Dessa forma, os sete primeiros pares são chamados de costelas verdadeiros e os últimos cinco pares que não se ligam com o esterno de costelas falsas (MARIEB; WILHELM; MALLATT, 2014).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão descritos os métodos, ferramentas e procedimentos realizados para o desenvolvimento da aplicação.

4.1 Tipo de Pesquisa

O trabalho que foi desenvolvido é experimental e aplicado. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), o tipo de pesquisa sendo experimental busca objetivar o estudo, através da seleção de variáveis que sejam capazes de alguma forma influenciar na pesquisa, determinar formas de controle e analisar as implicações ao projeto.

A caracterização quanto a pesquisa aplicada, de acordo Silva e Menezes (2005), a finalidade deste tipo de pesquisa é buscar o conhecimento para realização prática da aplicação, avaliar possíveis soluções para cada problema encontrado e envolve obter resultados de interesse para aplicação.

O protótipo de forma geral foi um aplicativo para dispositivos móveis voltado para auxiliar no ensino da estrutura óssea do corpo humano utilizando recursos de Realidade Virtual. Ele foi testado por estudantes de fisioterapia, que cursam entre o 3º e 5º semestres do curso, disciplinas que envolvam diretamente a compreensão da estrutura óssea.

O trabalho foi estruturado nas seguintes etapas: pesquisa bibliográfica, estudo das ferramentas relacionado a software e hardware, experimentação da ferramenta, desenvolvimento do protótipo, e validação junto a usuários da área de negócio. Para embasamento da proposta de desenvolvimento da aplicação que está descrita no

próximo capítulo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos e sites especializados em Realidade Virtual e Aumentada.

4.2 Ferramentas

Dentre os programas para criação de aplicações em RV e RA, a aplicação foi desenvolvida na versão gratuita do programa Unity 2017.2.0f3, uma *engine* com que possibilita o desenvolvimento para várias plataformas, tanto de computadores como dispositivos móveis. Este programa é muito utilizado principalmente para criação de jogos de diferentes tipos. O programa pode ser usado para criação de diversos ambientes, que podem ou não utilizar recursos de RV ou RA.

A Unity foi utilizada para desenvolver o cenário para a aplicação, inserir as imagens tridimensionais e acrescentar as informações relevantes para o estudo dessa matéria. O modelo tridimensional da estrutura óssea do corpo humano utilizado na aplicação foi retirado de um site que disponibilizam uma variedade de objetos e imagens em 3D para *download*, em vários formatos para todo o tipo de aplicação ou jogo.

O modelo é em formato *3DS* foi editado no Unity, separando a parte do crânio, tórax com a coluna vertebral e braço. A escolha deste modelo 3D para o projeto foi possuir um formato e textura de osso mais realista, e apresentar todas as divisões do esqueleto, principalmente do crânio.

No Unity o SDK do Google VR é muito utilizado para desenvolvimento de aplicação com Realidade Virtual, com suporte para duas plataformas de propriedade da Google, as quais são Cardboard e Daydream. Possui uma ampla documentação, uma integração e suporte nativo na Unity e tem como requisito mínimo a versão do Android SDK sendo com a API 21, além de instalar no telefone o aplicativo Google Cardbord para visualização.

Para funcionar o recurso de Realidade Virtual e Aumentada foi adicionado no Unity uma biblioteca específica para a aplicação. Existem inúmeras bibliotecas para desenvolvimento de uma aplicação de Realidade Virtual e Aumentada, cada uma com suas características de implementação em conjunto com o ambiente de

desenvolvimento escolhido. Alguns exemplos de bibliotecas são Droid AR, AndAr, Vuforia, Kudan, EasyAR, Wikitude, Metaio SDK, ARlab, entre outras.

Neste trabalho foi utilizado a biblioteca do Kudan, que possui ampla documentação, sobre seu funcionamento. Permite utilizar recursos de Realidade Aumentada em aplicativos móveis e integra muito bem com o SDK do Google VR. Para funcionar é necessário colocar o pré-fabricado na cena e alterar o API Key e o Editor API Key disponível para versão gratuita no site da empresa. Também é necessário alterar a identificação do nome do pacote do Android para eu.kudan.ar, caso contrário não liberar a câmera e aparecerá uma mensagem de solicitação de licença.

Outro fator importante é adicionar o AndroidManifest.xml dentro da pasta KudanAr\Plugins\Android, para que compile e não apresente erros na inicialização do aplicativo no celular com as permissões de acesso à câmera, internet, acesso de escrita em memória externa e configurações de orientação entre outras. Os SDKs do Google VR e Kudan são apenas pacotes baixados e importados para dentro da Unity, não é preciso instalar nenhum programa para utilizar ambos.

Após desenvolvida a aplicação foi instalada em um smartphone, que foi acoplado no *headset*, que fica a uma altura adequada dos olhos, dentro de um suporte do dispositivo, que serviu para visualizar a aplicação, conforme Figura 22.

Figura 22 - Fixação do celular no Cardboard.



Fonte: Mercado Livre (2016).

O modelo de Cardboard que foi utilizado nos testes é o Óculos VR Box 3.0, com material em ABS, compatível com celulares de tela de aproximadamente 4,7 até

6 polegadas de fácil ajuste, com lente esférica resina de 42 mm lente, possui botões para ajuste de foco e ajuste de enquadramento. O Cardboard, conforme Figura 23, pode ser acompanhado com um controle Bluetooth, que ao desenvolver uma aplicação, pode ser definido alguns comandos possam ser realizados por ele.

Figura 23 - Cardboard e controle bluetooth.



Fonte: Mercado Livre (2016).

O dispositivo móvel que foi utilizado para executar e testar a aplicação é o smartphone Moto G4 da marca Motorola. O software do aparelho é o Android 6.0.1 Marshmallow. As especificações de hardware do celular são as seguintes: Dois processadores Quad-core Cortex-A53 de 1.5 GHz e 1.2 GHz; 2 GB de memória ram; 16 GB de memória interna; tela de 5.5 polegadas com resolução de 1080 por 1920 pixel; com GPS e sensores Acelerômetro, proximidade e Giroscópio.

5 DESENVOLVIMENTO

O protótipo desenvolvido denominado Esqueltek visa utilizar recursos de Realidade Virtual, voltados para dispositivos móveis, sendo um aplicativo que servirá de auxílio nos estudos da estrutura óssea do corpo humano, visualizando em tamanho proporcional ao real identificando o nome de cada osso selecionado. Os usuários poderão instalar no próprio celular o aplicativo, desde que se tenha os requisitos mínimos específicos de hardware e software necessário para o correto funcionamento da aplicação.

Os requisitos mínimos de hardware para funcionar a aplicação é o *smartphone* possuir tela entre 4,7 a 6 polegadas, sensores de Acelerômetro e Giroscópio. Para o bom funcionamento da aplicação recomenda-se ter pelo menos 1 GB de memória RAM interna, para não travar ou haver lentidão. Os requisitos de software são sistema operacional Android, versão 5.0 *Lollipop* ou superior, pois o tipo de visualização com o Cardboard não funciona corretamente em *API's* inferiores a 21.

Ao iniciar a aplicação o usuário exibe um menu com dois botões para escolha do tipo de visualização, a primeira denominada Realidade Aumentada carrega uma nova cena com a câmera habilitada e a segunda opção denominada Realidade Virtual apresenta a mesma cena da primeira com a câmera desabilitada em um fundo azul claro. No canto inferior direito há um botão vermelho que permite ao usuário selecionar a opção Sair da aplicação. Todos os botões que aparecerem na cena estarão fixos em suas coordenadas 'x' e 'y', dessa forma, essas opções nunca mudam de lugar. Ao movimentar o celular a cena não irá acompanhar a rotação.

Na parte central da cena irá aparecer um ponto vermelho, em formato de mira/alvo, que servirá para seleção das opções. O usuário ao girar a cabeça em direção a um ponto específico, a mira se deslocará seguindo a mesma orientação, ou seja, ao rotacionar o celular, a mira recebe os dados transmitidos através dos sensores acelerômetro e giroscópio e se movimentará para o mesmo ângulo.

Esta mira é um pré-fabricado do SDK do Google VR chamado de *GvrReticlePointer*, atua como um *laser* que atravessa o cenário até um ponto predefinido na distância máxima de colisão com o objeto, funciona como modulo de entrada, com *Raycasters*¹ e outros pré-fabricados. A Figura 24 ilustra um esboço da cena inicial a ser visualizada pelo usuário durante a seleção de uma opção do aplicativo.

Figura 24 - Menu Inicial da aplicação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando a mira colide com os botões, esta se expande, após quatro segundos com a mira no botão irá acionar o evento de seleção, que pode representar a ação de ir para um novo cenário ou no caso do botão de saída fechar a aplicação. O botão altera de cor ao passar com a mira sobre ele, se o usuário deslocar a mira para fora do botão antes dos quatro segundos, a ação será cancelada e voltará a cor original.

Para que uma ação seja executada é necessário que o objeto de colisão com a mira tenha em seu componente o evento *Event Trigger* programado, no qual pode

¹ Raycasters são métodos de reconhecimento de eventos, identifica o destino de envio deles para o sistema.

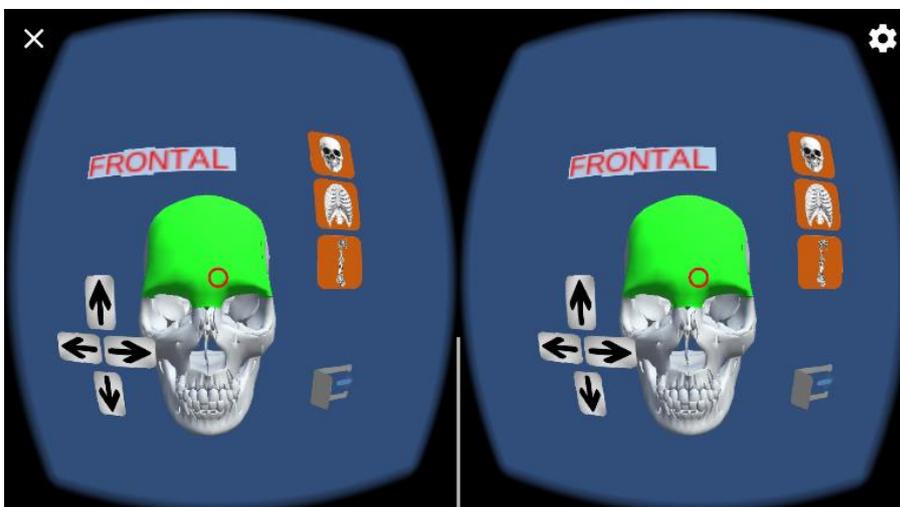
optar por ser como um evento de entrada ao colidir ou de saída quando o evento é executado quando não colide mais com o objeto.

Outro pré-fabricado do Google VR que precisa está presente na cena é o *GvrEventSystem* que gerencia os eventos que acontece no cenário. Somente com ele na cena posse ser habilitado a mira, *GvrReticlePointer*, que está como filho da câmera, para interação com os objetos. Na câmera precisa também conter em suas propriedades o script denominado *GvrPointerPhysicsRaycaster* que serve como um meio de reconhecer a interação com os objetos 3D presentes na cena.

Após escolha do tipo de visualização, será direcionado a uma nova cena, com um novo menu, com as opções de escolha da estrutura óssea que deseja visualizar. No canto superior direito da cena, há três botões em laranja indicando cada parte que poderão ser visualizadas, as quais são o crânio, caixa torácica com a coluna vertebral e braço. Ao selecionar um botão colocando a mira sobre ele, irá aparece a parte da estrutura óssea correspondente, no centro da cena, em tamanho ampliado, para melhor visualização e manipulação.

Ao selecionar o objeto para ser visualizado, a estrutura óssea selecionada é exibida em destaque, ao centro da cena, a qual ficará fixa num ponto x, y, z em frente ao usuário num ponto predeterminado no sistema. Quando a mira passar por um osso, ele ficará com a textura verde, e no canto superior esquerdo mostrará o nome respectivamente em um rótulo, conforme a Figura 25.

Figura 25 - Aplicação desenvolvida



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os modelos 3D utilizados na aplicação são partes editadas no Unity de um modelo de estrutura óssea completo em formato 3DS. Para que a mira reconheça uma colisão no objeto é necessário cada osso ter o como componente *Mesh Collider*. Os modelos utilizados estão inclusos dentro do próprio *APK*, tornando mais ágil, pois não tem necessidade de baixar as imagens de algum servidor para a aplicação.

Cada objeto em formato de osso possui uma *TAG* com uma palavra única, que serve como uma identificação para encontrar o objeto e assim alterar suas propriedades. Ao selecionar o objeto sua *TAG* é informada e o componente cor da textura do material do objeto é alterado para verde. Quando a mira se desloca para fora do osso retorna uma ação de saída definida no *Event Trigger*, que altera a textura do material para a cor original.

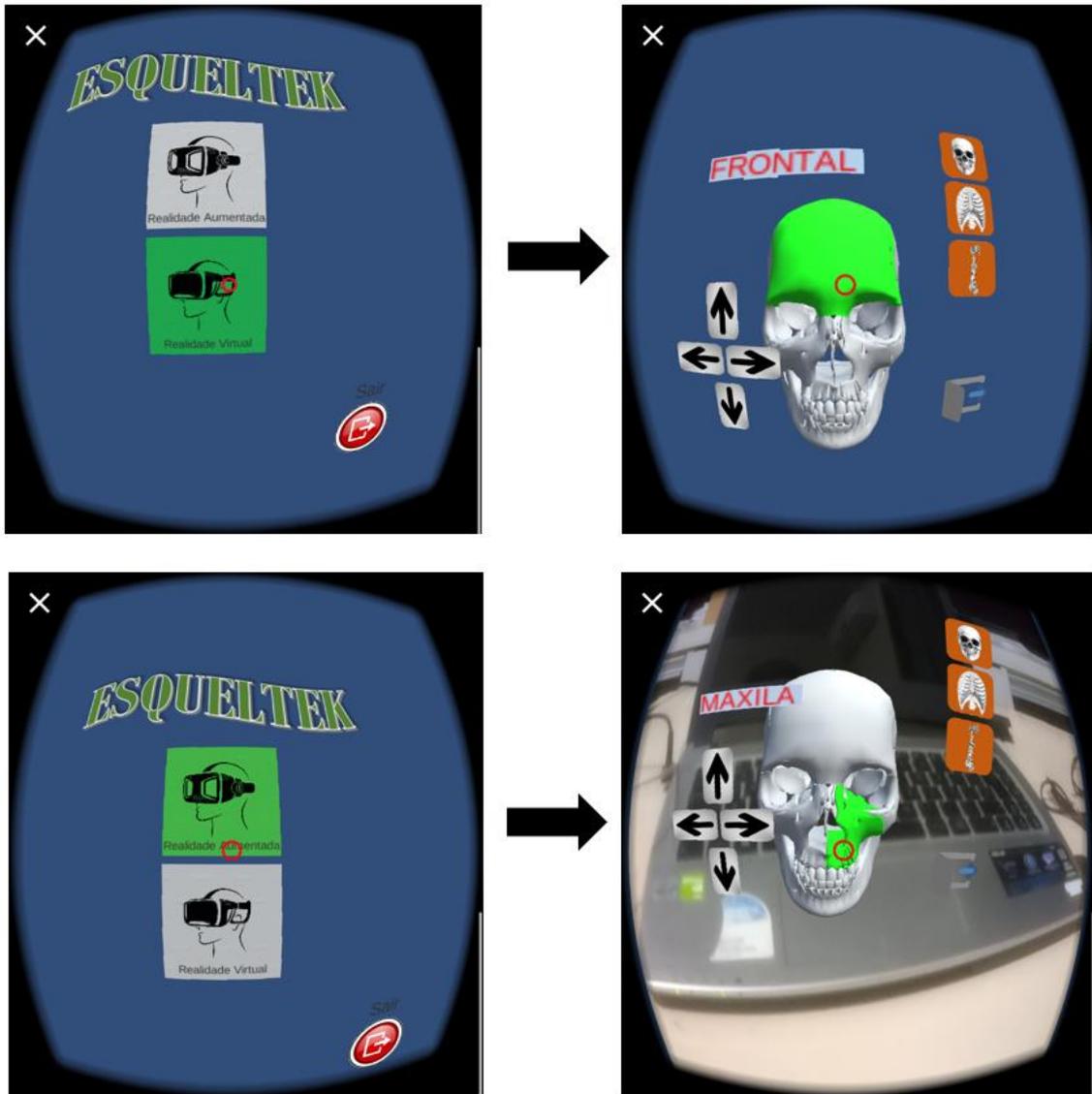
Na cena, no canto inferior esquerdo, há quatro botões fixos com imagens de setas que servem para rotacionar o objeto na horizontal ou vertical, quando a mira estiver sobre algum desses botões o objeto irá rotacionar sem parar até que a mira seja retirada do botão.

Na opção de cena de Realidade Aumentada, é ativada a câmera do dispositivo conforme as permissões existentes no *AndroidManifest.xml*. Para o usuário poder utilizar essa cena é necessário que no momento da instalação permita que o aplicativo tenha acesso à câmera, caso contrário aparecerá um fundo escuro. O layout do menu de botões é o mesmo já explicado na cena de Realidade Virtual, com 3 botões laranjas na direita para opção da estrutura óssea, 4 botões direcionais na esquerda e na parte inferior direita um botão para voltar no menu inicial.

Nesta cena o usuário verá o ambiente onde está, com o menu à sua frente, e ao selecionar uma opção, a parte da estrutura óssea aparecerá a sua frente. É possível, da mesma forma, selecionar o osso aparecendo o nome à esquerda na parte superior. O pré-fabricado do SDK Kudan denominado *KudanCamera* permite ativar a câmera do dispositivo e colocar como fundo do cenário, ela possui várias ferramentas que não foi utilizado neste trabalho, como rastreamento de objetos e superfícies planas para inserção de imagens.

A aplicação é composta por um menu inicial, com duas opções de escolha de modo de visualização, Realidade Aumentada e Realidade Virtual, na Figura 26 demonstra o fluxo da aplicação.

Figura 26 - Fluxograma da aplicação



Fonte: Elaborado pelo autor.

6 RESULTADOS E ANÁLISE

A validação do aplicativo foi realizada em uma turma de 22 estudantes de Fisioterapia em torno do 4º e 5º semestres, em novembro de 2017. Inicialmente houve uma explicação geral sobre o funcionamento do aplicativo, após isso um a um os estudantes foram para uma sala de aula, testaram a aplicação e responderam ao questionário observando os quesitos de relevância acadêmica, experiências com a tecnologia e sobre a aplicação em si.

O tempo de utilização da aplicação por usuário foi livre, puderam testar todas as opções com calma antes de responderem as questões, nos dois modos de visualização, Realidade Virtual e Aumentada. Todos os estudantes tiveram facilidade em utilizar a aplicação, conseguiram entrar nos dois modos, testar todas as opções da estrutura óssea.

Os estudantes foram orientados de como ajustar o Cardboard para se sentirem confortáveis com a visualização da aplicação. Após ajuste de foco manual, foram orientados a escolher uma das opções do menu, explorar os ossos e rotacioná-los. Em seguida, deveriam sair do modo de visualização escolhido e acessar a outra opção, realizando as mesmas atividades: navegação pelos ossos, seleção e rotações.

O questionário teve nove perguntas, as três primeiras de contextualização, contemplando: gênero, semestre e experiências anteriores com Realidade Aumentada ou Virtual. Em seguida o estudante atribuía uma nota de 1 a 5 em relação às quatro perguntas relativas a qualidade gráfica dos objetos, a importância do aplicativo na aprendizagem, a relevância de inserir RV e RA aplicação e sobre a rotação.

A penúltima pergunta era sobre a percepção dos estudantes quanto a estas duas tecnologias, qual delas seria a melhor e por último uma pergunta sobre a impressão que os estudantes tiveram sobre o experimento, podendo escrever qualquer comentário, crítica ou sugestão.

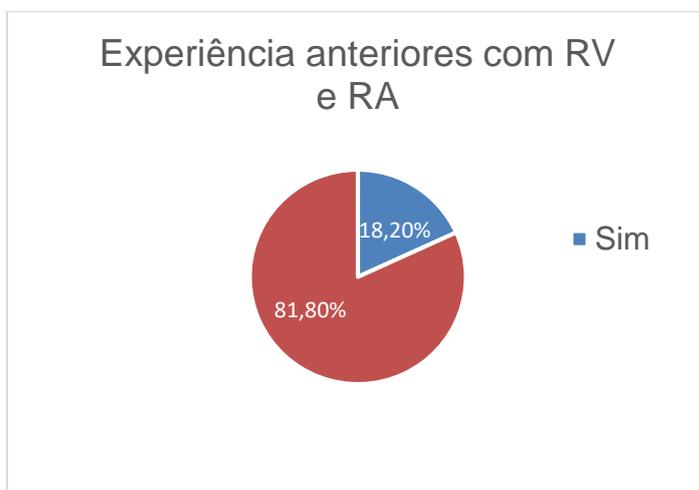
6.1 Resultados

A aplicação foi testada por vinte e dois estudantes, a primeira questão foi referente ao gênero dos estudantes, a maioria do gênero feminino contemplando 81,8% do total, sendo apenas 18,2% do gênero masculino.

A pergunta 2 versava sobre o semestre que os estudantes estavam cursando, a maioria deles cursa o quarto semestre com 86,4%, sendo que 9,1% estava no quinto semestre e 4,5% no sexto semestre e todos já possuíam conhecimentos sobre a estrutura óssea, pois é um conteúdo aprendido no primeiro semestre do curso de Fisioterapia.

A terceira questão buscou verificar se os estudantes já possuíam alguma experiência anterior com a Realidade Virtual ou Aumentada. Conforme Gráfico 1, a maioria dos estudantes não tiveram contato com esta tecnologia antes, somente 18,2% deles já tinha utilizado ou conheciam algum equipamento do gênero.

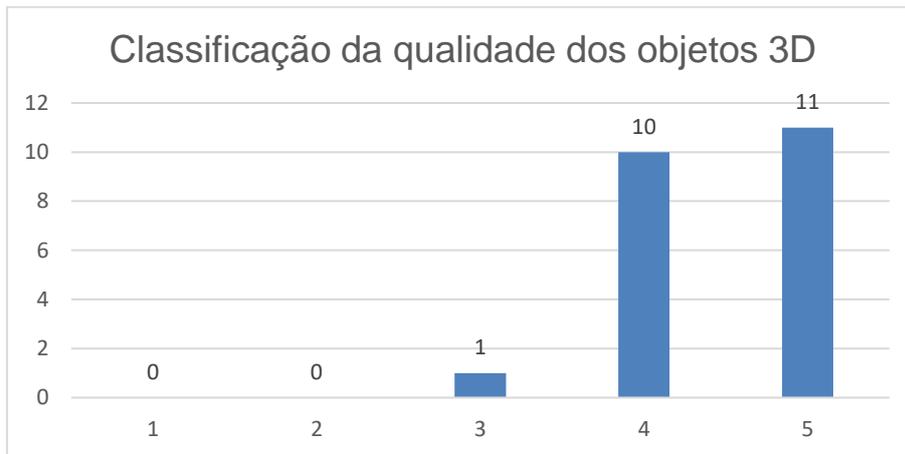
Gráfico 1: Experiência com RV e RA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na classificação do experimento quanto à qualidade gráfica dos objetos 3D da aplicação, onze estudantes deram a nota máxima, o equivalente a 50% do total da turma, dez avaliaram em nota 4, o equivalente a 45,5% dos estudantes e somente um na turma deu nota 3 neste quesito, conforme Gráfico 2. O resultado dessa questão indica que os objetos 3D utilizados foram muito satisfatórios para a compreensão da estrutura e localização dos ossos.

Gráfico 2: Classificação dos objetos



Fonte: Elaborado pelo autor.

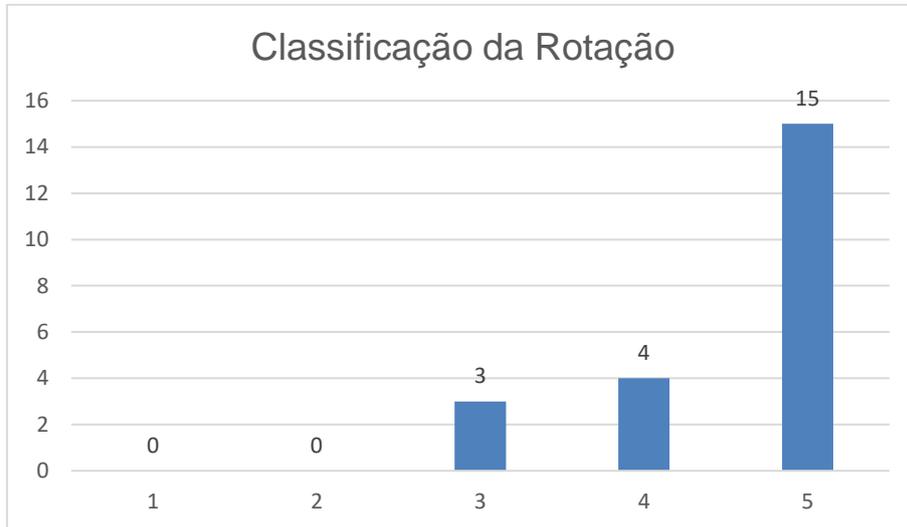
No quesito da importância do aplicativo para contribuir no aprendizado do corpo humano, a maioria dos estudantes deram nota máxima, o equivalente a 95% da turma, apenas um registrou nota 4 neste quesito. Com essa nota pode-se verificar que o aplicativo foi satisfatório para objetivo deste trabalho e que pode contribuir no estudo do assunto, facilitando a visualização e localização dos ossos, melhorando a percepção dos estudantes.

Na questão refere a relevância de integrar a Realidade Virtual e Aumentada em novas práticas de ensino, foi unânime, todos classificaram com a nota máxima. Os estudantes acreditam que ambas ferramentas podem ampliar e complementar muito na compreensão de vários conteúdos apresentados no curso.

Na avaliação do efeito da rotação dos objetos 3D buscou verificar a funcionalidade no aplicativo e também avaliar a importância deste recurso estar disponível. A rotação permite visualizar a estrutura por diferentes ângulos e pontos de vista, qualificando a análise. Nessa questão, quinze estudantes deram a nota máxima,

o que equivale 68,2% da turma, relataram não apresentar falhas durante os testes, conforme Gráfico 3.

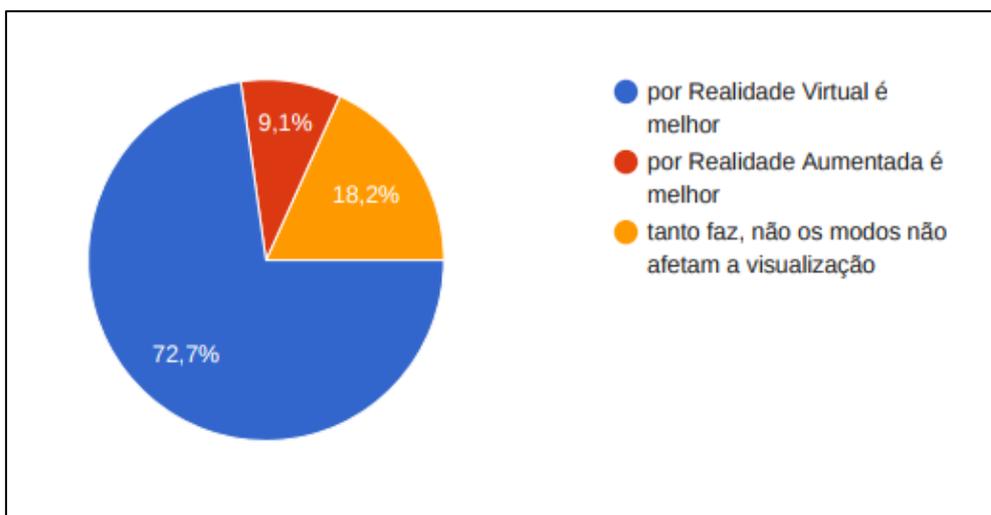
Gráfico 3: Classificação pela rotação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme pode ser visto no Gráfico 4, um comparativo entre a Realidade Virtual e Realidade Aumentada com relação a melhor para visualização dos objetos 3D. Em torno de 18,2% dos estudantes não consideraram haver diferença quanto ao modo de visualização do conteúdo utilizando RV ou RA. A maioria dos estudantes, cerca de 72,2% optaram por Realidade Virtual devido à menor quantidade de informações no cenário.

Gráfico 4: Percepção pelo modo de visualização



Fonte: Elaborado pelo autor.

A última questão se refere a opinião do estudante quanto a aplicação testada, podendo ser um comentário, crítica ou sugestão. Os estudantes de modo geral concluíram que a ideia de integrar essa tecnologia ao conteúdo seria muito boa e inovadora para o ensino, pois de uma maneira diferente motiva o interesse dos alunos.

A partir das respostas dos estudantes pode-se concluir que a aplicação foi satisfatória, os estudantes comentaram que complementaria o ensino principalmente no semestre inicial, onde de fato começam a estudar este conteúdo, melhorando a compreensão sobre a estrutura óssea e a localização dos ossos, a seguir o Quadro 1 com os comentários feitos pelos estudantes após experimento da aplicação.

Quadro 1 - Comentários feitos pelos estudantes

COMENTÁRIOS DOS ESTUDANTES
Apresenta uma boa imersão no aplicativo, porém a rotação é um pouco afetada pelo menu de setas.
Achei muito interessante a proposta, só tem a evoluir e acrescentar no ensino.
Gostei muito do experimento, acho que vem a contribuir para o ensino. A Realidade Virtual com o fundo azul deixa as partes anatômicas mais visíveis, porém a Realidade Aumentada aproxima mais o virtual do real. Uma dica é usar na realidade aumentada um fundo menos poluído, como apenas uma parede neutra.
No modo realidade virtual eu achei que afetou um pouco a visualização. Só não sei afirmar qual o problema, se eu não arrumei o foco. Achei ótimo o experimento, seria muito bom ter utilizado uma ferramenta assim quando tivermos anatomia do sistema locomotor! Vocês poderiam colocar músculos também, por exemplo!
Experiência muito legal, ótima para estudos e de iniciativa fantástica. Demais!
Gostei da qualidade dos gráficos e do fino efeito de rotação. Acho a ideia bem relevante para aqueles que visam aprender mais sobre o assunto.
Muito bom, e será ótimo para materiais de estudo para saber exatamente aonde a estrutura se localiza.
Parabéns pela iniciativa, nós estudantes de Fisio vamos aproveitar bastante.
Ótima iniciativa, uma ferramenta de excelente qualidade para alunos que estão iniciando o curso para aprimorar ainda mais os seus conhecimentos, e para os que estão já mais avançados, só tende a acrescentar.
Muito legal! Parabéns pela ideia!
Muito bom, auxilia na visualização e associação da estrutura óssea. Continuem a desenvolver o projeto! Parabéns!
Boa tecnologia, acredito que vai acrescentar.
Muito bom, gostei muito! Parabéns.
O experimento é muito show, irá contribuir bastante para o aprendizado futuro.
Acredito ser de grande importância para o aprendizado de forma diferente.

experimento muito válido para estudos.
É um experimento muito útil para o melhor entendimento do ensino, porém deve ser um modo bem caro para se ter.com isso não será qualquer para obter esse modo de estudo.
muito interessante, talvez seja uma forma mais pratica e divertida que incentive os alunos a se interessarem mais nos estudos.
Na rotação lateral do braço quando fica atrás das setas o membro fica invisível até a metade do úmero.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2 Problemas e Sugestões

No quesito de rotação, dois estudantes constataram uma falha na rotação do braço, que ao se posicionar o objeto 3D para atrás das setas, uma parte dele não fica visível, mas se continuar rotacionando o objeto reaparece novamente. Não apresentou problemas em relação a caixa torácica e o crânio na rotação.

Os estudantes em sua maioria tiveram maior facilidade na visualização dos objetos 3D em Realidade Virtual, pois o cenário em fundo azul concentra menos informações para o usuário, mostrando apenas a estrutura desejada. Enquanto que com a câmera ativada apresenta mais detalhes e de acordo com o que aparece no fundo do cenário dificultada a visualização do objeto.

Alguns estudantes, durante o teste da aplicação, relataram que seria melhor a visualização de Realidade Aumentada sobre uma parede neutra ou ambiente com poucos detalhes que não tirem a atenção do objeto 3D sendo visualizado.

Uma sugestão apontada por um estudante foi que em aplicações futuras adicionasse a possibilidade de redimensionar e ajustar a estrutura sobre uma pessoa. Outro estudante sugeriu ampliar este aplicativo, adicionado novas funcionalidades, outras partes do corpo humano, como os músculos e a anatomia do sistema locomotor.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho descreveu o desenvolvimento de uma aplicação de RV voltado ao ensino da estrutura óssea, com o propósito de melhorar a compreensão dos estudantes sobre este conteúdo, facilitando a localização e visualização dos ossos das três partes apresentadas, contribuindo para o aprendizado deles.

Na validação realizada com uma turma do curso de Fisioterapia a aplicação foi executada de forma satisfatória, atingiu o objetivo de ser uma ferramenta que auxiliaria no estudo, os estudantes aderiram muito bem a ideia de integrar RV nos conteúdos de aula e a experiência agradou a todos.

Este projeto futuramente pode ser melhorado e acrescentado algumas sugestões dos estudantes, como por exemplo, mostrar a anatomia do sistema locomotor, adicionar os músculos do corpo humano ou até aprofundar um pouco mais na estrutura óssea que podem contribuir ainda mais para melhorar o ensino, visualizando o conteúdo de uma maneira diferente do convencional.

O desenvolvimento da aplicação passou por alterações, não foi possível colocar todas as ideias em prática, pois a integração entre os SDKs não ocorreu conforme o esperado. Foram testados vários SDK de Realidade Aumentada, sendo apenas o SDK da Kudan adequado para a realização da aplicação. Possivelmente no desenvolvimento de próximas versões ou outros tipos de aplicações possam ser acrescentadas mais funcionalidades com uma integração e interação maior em Realidade Aumentada.

REFERÊNCIAS

AZUMA, Ronaldo; BAILLOT, Yohan; BEHRINGER, Reinhold; FEINER, Steven; JULIER, Simon; MACINTYRE, Blair. **Recent Advances in Augmented Reality**. Computers and Graphics, Novembro, 2001. Disponível em: <<http://www.cc.gatech.edu/~blair/papers/ARsurveyCGA.pdf>>. Acesso em: 07 de set. 2016.

CADAVIECO, Javier Fombona; GOULÃO, Maria de Fátima; TAMARGO, Marco Antonio Garcia. **Melhorar a atratividade da informação através do uso da Realidade Aumentada**. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362014000100004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 07 set. 2016.

CANAL DEZZCONTROLE. Uma luva de realidade virtual poderá fazer você SENTIR os objetos. **Atlântida Clicrbs**, 17 jul. 2015. Disponível em: <<http://atl.clicrbs.com.br/infosfera/2015/07/17/a-realidade-virtual-alcancou-um-novo-patamar-entenda-como/>>. Acesso em 29 set. 2016.

CARDOSO, Alexandre; LAMOUNIER JR., Edgard. Aplicações na Educação e Treinamentos. In: Siscoutto, Robson; Costa, Rosa (Orgs). **Realidade Virtual e Aumentada: Uma Abordagem Tecnológica**. Editora SBC, Porto Alegre, 2008.

CIMINO, James. **Testamos jogos de VR e o perigo é real: você não vai querer sair deles**. Colaboração para o site UOL, 2016. Disponível em: <<http://jogos.uol.com.br/ultimas-noticias/2016/06/16/jogos-de-vr-sao-um-perigo-voce-nao-quer-sair-deles.htm>>. Acesso em 29 set. 2016.

CONSULARO, Luís Augusto; COELHO, Regina Célia; CALONEGO JR, Nivaldi. Rastreamento Óptico para Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada. In Kirner, C.; Siscoutto, R.. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações**. Petrópolis, RJ, 2007.

FITZPATRICK, Maria. Ikea's 3D furniture app: first look. The Telegraph, 17 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.telegraph.co.uk/lifestyle/interiors/10247596/Ikeas-3D-furniture-app-first-look.html>>. Acesso em 29 set. 2016.

FORTE, Cleberson E.; KIRNER, Cláudio. **SOFTWARE EDUCACIONAL POTENCIALIZADO COM REALIDADE AUMENTADA PARA USO EM FÍSICA E**

MATEMÁTICA. 2009, Dissertação (Mestrado) – Ciência da computação - Universidade Metodista De Piracicaba, Piracicaba, São Paulo. Disponível em: <<https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/2006/NGVUIGPRGGAJ.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2016.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa.** 1 ed. Porto Alegre, editora da UFRGS, 2009. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

HEALTH CHESS. **Realidade Virtual e Medicina.** 9 jan. de 2015. Disponível em: <<http://healthchess.com.br/realidade-virtual-e-a-medicina/>>. Acesso em 29 set. 2016.

KAJAL GALA. **“The Sampler” iPhone Application.** Disponível em: <<http://cargo.collective.com/kajalgala/The-Sampler-iPhone-Application-1>>. Acesso em 29 set. 2016.

KELNER, J.; TEICHRIEB, V. Técnicas de Interação para Ambientes de Realidade Virtual e Aumentada. In: SISCOOTTO, R. e COSTA, R. (Ed.). **Realidade Virtual e Aumentada: Uma Abordagem Tecnológica.** João Pessoa - PB: Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2008. p.45-65.

KIRNER, Tereza Gonçalves; SALVADOR, Valéria Farinazzo Martins. Desenvolvimento de Ambientes Virtuais. In: KIRNER, C.; SISCOOTTO, R.. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações.** Petrópolis, RJ, 2007.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R.. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações.** Petrópolis, RJ, 2007.

LUCENA, Tullio José de Souza; TEICHRIEB, Veronica; SIMÕES, Francisco Paulo Magalhães. **UMA TÉCNICA DE REALIDADE AUMENTADA SEM MARCADORES BASEADA EM ARESTAS COM FILTRO DE PARTÍCULAS.** 2013. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~tg/2012-2/tjssl.pdf>>. Acesso em 07 de set 2016.

MACHADO, Liliane S.; CARDOSO, Alexandre. Dispositivos para Sistemas de Realidade Virtual. In: Siscoutto, Robson; Costa, Rosa (Orgs). **Realidade Virtual e Aumentada: Uma Abordagem Tecnológica.** Editora SBC, Porto Alegre, 2008.

MACHADO, Liliane dos Santos. Dispositivos Hápticos para Interfaces de Realidade Virtual e Aumentada. In Kirner, C.; Siscoutto, R.. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações.** Petrópolis, RJ, 2007.

MAGALHÃES, Paulo Sérgio Teixeira de. **REALIDADE AUMENTADA APLICADA AO PROCESSO DE ENSINO/APRENDIZAGEM.** 2010, Dissertação (Graduação) - Engenharia Informática. ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal, novembro, 2010.

MANUS VR. The Pinnacle of VR Controllers. **MANUS VR.** Disponível em: <<https://manus-vr.com/>>. Acesso em 29 set. 2016.

MARIEB, Elaine; WILHELM, Patricia; MALLATT, Jon. **Anatomia Humana**. São Paulo: Pearson Education do Barsil, 2014.

MARTINI, Frederic H., TIMMONS, Michael J., TALLITSCH, Robert B. **Anatomia Humana**: Coleção Martini, 6th edição. ArtMed, 01/2009. VitalSource Bookshelf Online.

MERCADO LIVRE. **Óculos Vr Box 3.0 Realidade Virtual 3d Android Ios Controle**. 2016. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-851285262-oculos-vr-box-30-realidade-virtual-3d-android-ios-controle-_JM#redirectedFromSimilar>. Acesso em 29 set. 2016.

MILGRAM, Paul; Takemura, Haruo, Utsumi, Akira; Kishino, Fumio. **Augmented Reality**: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In Proceedings SPIE vol. 2351, Telem manipulator and Telepresence Technologies, 1994. Disponível em: <http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram_Takemura_SPIE1994.pdf>. Acesso em: 07 de set. 2016.

MOUTINHO, Ana Maria Bule de Oliveira Caneva. **REALIDADE AUMENTADA APLICADA À MUSEOLOGIA**. 2015. Disponível em: <<http://recil.grupolusofona.pt/handle/10437/6114>>. Acesso em: 01 de out. 2016.

NUNES, Fátima L. S. et al. Aplicações Médicas usando Realidade Virtual e Realidade Aumentada. In Kirner, C.; Siscoutto, R.. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações**. Petrópolis, RJ, 2007.

OLHAR DIGITAL. **6 aplicativos de Realidade Aumentada para o seu smartphone**. 12 fev. 2016. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/noticia/6-aplicativos-de-realidade-aumentada-para-o-seu-smartphone/55107>>. Acesso em 29 set. 2016.

PINHO, Márcio Serolli; REBELO, Irla Bocianoski. Interação em Ambientes Virtuais Imersivos. In Kirner, Claudio; Siscouto, R.; Tori, Romero. **Fundamentos e tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém, PA, 2006

PINTO, Fabiana Silva; CENTENO, Jorge Antonio Silva. **A Realidade Aumentada em smartphones na Exploração de informações estatísticas e Cartográficas**. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 18, no 2, p. 282-301, abr-jun, 2012.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. N. 4 ed. rev. Atual. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <<http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/Metodologia-da-pesquisa-e-elaboracao-de-dissertacao>>. Acesso em: 02 de nov. 2016.

SOUZA-CONCILIO, Ilana de Almeida; PACHECO, Beatriz de Almeida. O Uso de Dispositivos Móveis e Realidade Aumentada em Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem. In Trevisan, Daniela Gorski; Costa, Rosa E. Moreira da; Rieder, Rafael; Pinho, Marcio Sarroglia. **Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada**. V.4, Salvador, BA, 2014. E-book. Disponível em: <http://hiperrealidade.com.br/ce-rv/MC_SVR_2014.pdf>. Acesso em: 15 de set. 2016.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio. Fundamentos de Realidade Virtual. In TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO. Fundamentos e tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Editora SBC, Belém, PA, 2006. E-book. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/romerotori/tori-kirner-sicoutto-fundamentos-e-tecnologia-de-realidade-virtual-e-aumentada>>v221106>. Acesso em 07 de set 2016.

TORI, Romero. **Educação sem distância**: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. São Paulo, 2010. E-book. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/romerotori/tori-educao-sem-distancia>>. Acesso em: 20 de jul. 2016.

VIANA, Andressa Batista. Et al. Realidade Virtual na reabilitação motora de pacientes com paralisia após AVC. **Ciências e Cognição**, 20 jul. 2015. Disponível em: <<http://cienciasecognicao.org/neuroemdebate/?p=2500>>. Acesso em 29 set. 2016.

ZORZAL, Ezequiel Roberto; NUNES, Fátima de Lourdes dos Santos. Realidade Aumentada e suas Aplicações na Área da Saúde. In Trevisan, Daniela Gorski; Costa, Rosa E. Moreira da; Rieder, Rafael; Pinho, Marcio Sarroglia. **Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada**. V.4, Salvador, BA, 2014. E-book. Disponível em: <http://hiperrealidade.com.br/ce-rv/MC_SVR_2014.pdf>. Acesso em: 15 de set. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário ao Estudante

Questionário Estudante:

Pergunta 1: Gênero

Masculino Feminino

Pergunta 2: Qual semestre do curso?

1 2 3 4

Pergunta 3: Possui experiências anteriores com Realidade Virtual ou Aumentada?

Sim Não

Pergunta 4: Como você classifica o experimento quanto a qualidade dos objetos gráficos apresentados:

1 2 3 4 5

Pergunta 5: Como você classifica o experimento quanto a importância, ou seja, essa iniciativa para contribuir para aprendizagem do corpo humano?

1 2 3 4 5

Pergunta 6: Como você avalia a RELEVÂNCIA de inserir a Realidade Virtual/Aumentada em novas práticas de ensino?

1 2 3 4 5

Pergunta 7: Como você avalia os efeitos de ROTAÇÃO dos objetos?

1 2 3 4 5

Pergunta 8: O experimento apresenta 2 modos de visualização: Realidade Virtual (sem visualização do mundo real) e Realidade Aumentada (com visualização do mundo real via câmera). Qual sua percepção sobre essas duas formas de visualizar os objetos?

por Realidade Virtual é melhor.

por Realidade Aumentada é melhor.

tanto faz, os modos não afetam a visualização

Pergunta 9: Por favor, deixe registrado sua impressão sobre o experimento, pode ser qualquer comentário, crítica ou sugestão.