

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

HARLAN VINÍCIUS BOFF FABBRIS

**DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB3D PARA O ENSINO DE  
ANATOMIA HUMANA DOS OSSOS DO MEMBRO SUPERIOR**

Araranguá, 19 de novembro de 2018

HARLAN VINÍCIUS BOFF FABBRIS

**DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB3D PARA O ENSINO DE  
ANATOMIA HUMANA DOS OSSOS DO MEMBRO SUPERIOR**

Trabalho de conclusão de Curso submetido à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação. Sob a orientação do Professor Dr. Robson Rodrigues Lemos

Araranguá, 19 novembro de 2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Fabbris, Harlan Vinícius Boff  
DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB3D PARA O ENSINO  
DE ANATOMIA HUMANA DOS OSSOS DO MEMBRO SUPERIOR / Harlan  
Vinícius Boff Fabbris; orientador, Robson Rodrigues  
Lemos, 2018.  
61 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá,  
Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação,  
Araranguá, 2018.

Inclui referências.


1. Jogos. 2. Anatomia. 3. Ossos. 4. Tecnologia.  
5. Ambiente virtual. I. Lemos, Robson Rodrigues. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Tecnologias da Informação e Comunicação. III.  
Título.

HARLAN VINÍCIUS BOFF FABBRIS

DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB 3D PARA O ENSINO DE  
ANATOMIA DOS OSSOS DO MEMBRO SUPERIOR

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de "Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação", e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação.

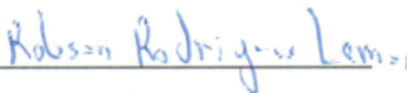
Araranguá, 19 de novembro de 2018



Patricia Jantsch Fiuza, Dra.

Coordenadora do curso

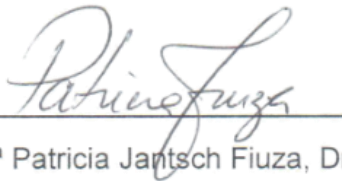
Banca Examinadora:



Prof. Robson Rodrigues Lemos, Dr.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.<sup>a</sup> Patricia Jantsch Fiuza, Dr.<sup>a</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.<sup>a</sup> Francielly Felipetti, Dr.<sup>a</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina

*“Dedico este trabalho a todos que me apoiaram e me incentivaram de alguma forma,  
em especial aos meus pais e amigos.”*

*Harlan Vinícius Boff Fabbris*

## **AGRADECIMENTOS**

*“Agradeço a todos que me ajudaram na elaboração deste trabalho, em especial aos meus pais, Volnei Fabbris e Marivete Boff Fabbris e minha irmã Julia Boff Fabbris que me apoiaram e incentivaram para a conclusão deste trabalho. A todos meus amigos que me apoiaram, especialmente ao Eric Prates, Carlos Miguel Carvalho de Souza e Henrique Franco por estarem sempre disponíveis para me auxiliar. Ao professor orientador Robson Rodrigues Lemos, que orientou esse trabalho. Às professoras Cristiane Meneghelli Rudolph, Francielly Felipetti e a aluna Bruna do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina que foram importantíssimas para o desenvolvimento e conclusão desse projeto.”*

*Harlan Vinícius Boff Fabbris*

“Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.”  
(Isaac Newton)

## RESUMO

Com o crescimento das tecnologias, em especial da Ciência da saúde, as tecnologias WEB vem se destacando nesse nicho como uma opção mais prática para o aumento da qualidade educacional nesse ramo. Mais especificamente na área da Anatomia Humana onde os livros cheios de nomenclaturas podem não ser um atrativo para os alunos. Para isso, as tecnologias podem auxiliar estimulando a aprendizagem fazendo com que o aluno tenha um maior desempenho na sua vida acadêmica. A tecnologia explorada neste trabalho é um ambiente virtual WEB3D que possibilita a interação com objetos 3D e a fixação de conteúdo. O Jogo Sérioso EducaAnatomia3D é um ambiente virtual para a aprendizagem de partes Anatômicas, como sistema esquelético, muscular, nervoso e cardiovascular. Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo desenvolver e adicionar ao jogo sério EducaAnatomia3D funcionalidades para o ensino da anatomia dos ossos da parte superior do sistema esquelético; estudar as tecnologias de desenvolvimento web adotadas no jogo sério EducaAnatomia3D e, por fim, avaliar os resultados obtidos, com o auxílio de um especialista em Anatomia Humana. Esse projeto foi um trabalho em conjunto com especialistas em Anatomia Humana que ajudaram com a preparação de todo conteúdo educacional, identificação de nomenclaturas, posição dos acidentes ósseos para os objetos 3D, para o melhor entendimento das estruturas do Membro Superior do Sistema Esquelético.

**Palavras-chave:** Jogos, Anatomia, Ossos, Tecnologia, Ambiente virtual.



## ABSTRACT

With the growth of technologies, especially Health Science, WEB technologies have been highlighted as a more practical option for increasing the quality of education in this field. More topics in the area: Human Anatomy: Nomenclature books may not be attractive to students. To that, the communications may be ancillary to the student's learning, and that pupil has been the major performer in his academic life. The technology explored in this work is a virtual WEB3D environment that allows an interaction with 3D objects and a furor of content. The Serious Game EducaAnatomia3D is a virtual environment for learning anatomical parts such as the skeletal, muscular, nervous and cardiovascular system. This work developed a PhD course in Health Sciences for the teaching of the anatomy of the bones of the upper part of the skeletal system; To study how the technologies of web development adopted in the serious game EducaAnatomy3D and, finally, to evaluate the obtained results, with the aid of a specialist in Human Anatomy. This project was a joint work with the Human Anatomy units that helped prepare for the lesson plan, the identification of nominations for 3D objects, for a better understanding of the structures of the Upper Limb of the Skeletal System.

**Keywords:** Games, Anatomy, Bones, Technology, Virtual environment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:Jogo para reabilitação .	22
Figura 2: Jogo para reabilitação.	22
Figura 3:Crânio em realidade aumentada no Complete Anatomy.	24
Figura 4: Atlas do corpo humano no Visible Body.	25
Figura 5: Atlas do corpo humano, BioDigital Human.	26
Figura 6: Tela de Login do Ambiente Virtual.	28
Figura 7:Menu Interativo.	28
Figura 8: Página minha conta.	29
Figura 9: Salas disponíveis.	29
Figura 10: Ranking Geral.	30
Figura 11: Menu dos sistemas.	30
Figura 12: Menu de interação.	31
Figura 13: Janela de conteúdo	32
Figura 14: Icones de interação com os objetos 3D	32
Figura 15: Interface completa da visualização do conteúdo do sistema esquelético.	33
Figura 16:Menu das regiões do sistema esquelético	33
Figura 17: Menu das regiões do membro superior.	34
Figura 18: Roleta do jogo	34
Figura 19:Tela dos questionários	35
Figura 20:Tela dos resultados	35
Figura 21:Exemplo de código PHP	37
Figura 22:Editor de texto ATOM	40
Figura 23:Interface do Software GithubDesktop.	41
Figura 24:Interface do Bodyparts 3d	43
Figura 25:Interface do software Blender	44
Figura 26:Objetos 3d do sistema esquelético.	46
Figura 27:Sem diminuição.	47
Figura 28:Polígonos diminuídos.	47
Figura 29:Acidentes ósseos	48
Figura 30:Esferas posicionadas	48

Figura 31:Código utilizado para a criação de cena .....	49
Figura 32:Código para importar objetos 3D para cena.....	50
Figura 33:Criação da esfera .....	50
Figura 34:Função de de configuração de câmera .....	51
Figura 35:Projeto atualizado da interface da interação .....	52
Figura 36 :Projeto atualizado da interface da interação .....	52
Figura 37:Código html do menu .....	53
Figura 38:Imagem do expandir do Cíngulo do membro Superior.....	53
Figura 39- Código dos botões das regiões.....	54
Figura 40 - Código das regiões do membro superior .....	54
Figura 41- Interface completa fase fixação do conteúdo .....	55
Figura 42- HTML das perguntas.....	55
Figura 43- Código para chamada da questão e correção .....	56
Figura 44- Código JavaScript , resultado. ....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**API** – *Application Program Interface*

**CSS** – *Cascading Style Shee*

**DGBL** – *Digital Game-based Learning*

**3D** – *Tridimensional*

**HTML** – *Hypertext Markup Language*

**PHP** – *Personal Home Page*

**SQL** – *Structured Query Language*

**WEBGL** – *Web Graphics Library*

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Justificativa .....	16
1.2	Objetivos .....	16
1.2.1	Objetivo Geral .....	16
1.2.2	Objetivos Específicos.....	17
1.3	Metodologia .....	17
1.4	Organização do trabalho .....	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	20
2.1	Jogos Sérios.....	20
2.2	Jogos Sérios na Área da Saúde.....	21
2.3	Jogos Sérios para o Ensino da Anatomia .....	22
2.3.1	Complete Anatomy .....	23
2.3.2	Visible Body .....	24
2.3.3	Humano Biodigital.....	25
3	Jogo sério EducaAnatomia3D .....	27
3.1	Conhecendo o ambiente virtual EducaAnatomia3D .....	27
3.2	Interface dos questionários.....	33
4	Tecnologias utilizadas na aplicação Web3D .....	36
4.1	Back-end .....	36
4.1.2	A linguagem de programação PHP .....	36
4.1.3	MySQL.....	37
4.1.4	PHPMyAdmin .....	37
4.2	Front-end.....	38
4.2.1	A linguagem de marcação HTML .....	38
4.2.2	A linguagem de estilos CSS .....	38

4.2.2 A linguagem JavaScript .....	38
4.2.3 A biblioteca jQuery .....	39
4.2.4 A biblioteca WebGL .....	39
4.3 Ferramentas utilizadas .....	39
4.3.1 Editor de texto ATOM .....	40
4.3.2 O software WampServer.....	40
4.3.3 O sistema web de gerenciamento de versões GitHub.....	41
4.4 Frameworks.....	42
4.4.1 O framework Bootstrap .....	42
4.4.2 O framework Babylon .....	42
4.5 O banco de dados BodyParts 3d.....	42
4.6 A ferramenta de modelagem Blender .....	43
5 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEB3D .....	45
5.1 Trabalhando na ferramenta Blender .....	45
5.1.1 Importando os objetos 3D.....	45
5.1.2 Diminuindo quantidade de polígonos.....	46
5.1.2 Acidentes Ósseos.....	47
5.2 Criação da cena 3D .....	49
5.2.1 Importando os objetos 3D.....	49
5.2.2 Criação das esferas nos acidentes ósseos .....	50
5.2.3 Criação de câmeras.....	51
5.3 Projeto atualizado da interface de interação.....	51
5.3.1 A opção Expandir .....	53
5.4 Etapa de fixação do conteúdo .....	54
6 TESTES DE AVALIAÇÃO E RESULTADOS INICIAIS .....	57
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHO FUTUROS.....	58

# 1 INTRODUÇÃO

A tecnologia, ao passar do tempo, está cada vez mais presente no nosso cotidiano e, com isso está melhorando nossas vidas em diversas áreas, sendo a educação uma delas. Nesse contexto, novos sistemas como a criação de ambientes virtuais educativos e jogos interativos vieram com o intuito de ajudar no aprendizado da população mundial. (WANNEMACKER et al., 2011).

Qualquer atividade parece ser feita sem esforço quando se está fazendo algo que gosta e que lhe dá diversão. Na interação humano-computador os jogos abrangem a diversão como um dos resultados, e é por esse fato que surge a hipótese de que o uso de jogos para aprendizado deve tornar o aprendizado divertido, e, assim, torná-lo mais fácil (WANNEMACKER et al., 2011). Atualmente, os formatos de jogos mais difundidos, influentes e lucrativos são os jogos de computador (SQUIRE, 2003).

O uso de jogos de computador para outros fins, além do entretenimento, levou ao nome de "jogos sérios". Segundo Wouters (2009), jogos sérios são desenvolvidos com outras finalidades que não apenas entretenimento. Eles visam ensinar, treinar, informar ou persuadir e parecem ser promissores para estabelecer o aprendizado cognitivo, para alcançar mudanças de atitude e para melhorar as habilidades motoras (WOUTERS et al., 2009).

A anatomia humana é uma disciplina de extrema importância para todos os estudantes ingressantes na área da saúde. Nela, os alunos aprendem a forma e a localização das estruturas do corpo humano, correlacionando-as com suas funções (LINS et al., 2012).

Existem dois métodos mais utilizados na aprendizagem da anatomia; os termos teóricos dos órgãos e sistemas do corpo humano e a prática a partir do uso de cadáveres e peças anatômicas. O estudo da Anatomia Humana engloba inúmeras nomenclaturas, tornando maçante para o aluno aprender tantos nomes. Dentro deste contexto, a utilização dos ambientes virtuais pode facilitar a aprendizagem pode complementar os laboratórios com cadáveres através do uso objetos 3D interativos em um ambiente virtual. (LINS et al., 2012).

## **1.1 Justificativa**

Os jogos sérios, mais precisamente os ambientes virtuais de anatomia, despertam no aluno um grande interesse pois, os ambientes virtuais criados para a saúde, servem como um laboratório de anatomia. Dessa forma é possível substituir o uso de partes anatômicas para a amostragem do conteúdo da disciplina, afinal algumas universidades não tem condições necessárias para ter toda a gama de modelos anatômicos disponíveis, por falta de recursos.

Assim as aplicações acompanhadas dos jogos sérios vêm conquistando o seu espaço no ensino-aprendizagem pois motiva os alunos a se interessarem mais pelo conteúdo. com os jogos sérios, os alunos entram no ambiente virtual sem ter total formalidade; podem ler, acertar, errar e interagir com os objetos quantas vezes quiser, assim potencializando a aprendizagem.

Neste contexto, esse trabalho vem propor o desenvolvimento de um ambiente virtual de aprendizagem para o estudo do membro superior do sistema esquelético humano. Assim, com esse trabalho podemos identificar a seguinte pergunta de pesquisa: “Porque utilizar ambientes virtuais e jogos sérios na aprendizagem da anatomia dos ossos do membro superior humano?”.

## **1.2 Objetivos**

Os objetivos do trabalho estão divididos em duas partes, tais como objetivo geral e objetivos específicos.

### **1.2.1 Objetivo Geral**



Esse trabalho tem como objetivo geral apresentar o membro superior do sistema esquelético, em um ambiente virtual para a aprendizagem do esqueleto humano. Para isso foi adicionado ao jogo sério o (EducaAnatomia3D) a estrutura esquelética do membro superior humano para facilitar na aprendizagem de alunos na área da saúde.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Estudar modelos anatômicos correspondentes ao sistema esquelético do membro superior humano.
- Estudar as tecnologias de desenvolvimento web adotadas no jogo sério EducaAnatomia3D.
- Avaliar os resultados obtidos com o auxílio de um especialista em Anatomia Humana.

### **1.3 Metodologia**

No desenvolvimento do EducaAnatomia3D, foi adotada uma metodologia baseada em jogos digitais a (DBGL - Digital Game-Based Learning). Segundo PRENSKY (2001), o aprendizado deve se aproximar do entretenimento para conseguir cativar os alunos. O aprendizado em DGBL está voltado em duas premissas, a visualização do conteúdo e a fixação desse conteúdo. Os alunos mudaram em diversos pontos, e são de uma geração que está experimentando uma nova forma de aprendizagem. Dessa forma os métodos utilizados antigamente podem não ser mais eficazes na aprendizagem, estamos assistindo a descontinuidade de como as gerações aprendem, agora precisando de novos métodos o DGBL pode alcançar essa nova geração. O DGBL não serve apenas para atividades de revisão mas para o aprendizado efetivo de diversos temas.

Para o desenvolvimento da aplicação foi necessário utilizar das tecnologias e conhecimento aprendidos durante o curso, bem como aprender tecnologias para serem utilizadas durante o desenvolvimento da região do membro superior, como as linguagens HTML, CSS, PHP, JavaScript, também as ferramentas para auxiliar no desenvolvimento, o Blender software de modelagem, o gerenciador de versões GitHub, editor de texto Atom, os frameworks Babylon e Bootstrap. Essas e outras tecnologias descritas no Capítulo 4.

Todo o conteúdo bem como os questionários foram produzidos por especialistas em anatomia humana, que ajudaram também com os detalhes de interação com os objetos 3D e acidentes ósseos. Foram feitas reuniões e trocas de e-mail com os especialistas para obter um resultado satisfatório.

#### **1.4 Organização do trabalho**

O trabalho está estruturado em seis capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se uma introdução ao trabalho, justificativa e descrição do problema, objetivos gerais e específicos, e a metodologia.

No segundo capítulo é desenvolvido a fundamentação teórica, ou seja, consiste em se basear por meio de leitura de artigos, livros os aspectos teóricos que serão utilizados no trabalho.

O terceiro capítulo apresenta o jogo sério EducaAnatomia3D. Exibindo toda a arquitetura da interface do sistema, e explicando a funcionalidade das mesmas para um melhor entendimento do ambiente virtual.

No quarto capítulo é realizada a descrição de todas as tecnologias utilizadas nesse trabalho contendo um pouco da sua funcionalidade e utilização.

No quinto capítulo é realizada a descrição das etapas para o desenvolvimento do Membro Superior região do Sistema Esquelético, contendo as principais *scripts* desenvolvidos no jogo.

O sexto capítulo é composto pelos testes realizados para garantir que o sistema está apto para integrar ao jogo sério.

Para finalizar, no sétimo capítulo, são apresentadas as considerações sobre o desenvolvimento do projeto e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Jogos Sérios

Identificar jogos que podem ser usados para educação é complexo. Existem muitas definições e formas de classificação de jogos educativos, jogos sérios e sua relação com mundos virtuais e simulações. Alguns os veem como uma continuação (ALDRICH, 2009), enquanto outros os veem como categorias diferentes (SAWYER & SMITH, 2008).

Os jogos são conhecidos por entreter as pessoas, mas sua função está longe desse pequeno objetivo. A alfabetização em videogames exige o domínio de habilidades cognitivas significativas. Os jogadores precisam descobrir as regras do jogo por várias estratégias e um processo de teste de hipóteses. Os adolescentes criam sistemas representacionais mentais dinâmicos à medida que eles trabalham com os botões de console e símbolos, ícones e imagens da tela. Os videogames exigem que o jogador participe simultaneamente e seletivamente de várias informações diferentes exibidas na tela, isto é, desenvolver a habilidade de processamento paralelo. (HENDERSON, 2005)

Atualmente os jogos são utilizados para outros meios do que puro entretenimento. Jogos sérios são o termo aceito para jogos com alguma intenção de ensino. Eles precisam ser envolventes, embora não necessariamente divertidos, enquanto o aprendizado pode ser implícito ou explícito, ou seja, não há pedagogia uniforme em jogos sérios ou educativos. O resultado da aprendizagem depende de uma pedagogia apropriada e da mecânica de jogo subjacente e como o conteúdo é integrado ao jogo, para que o aprendizado seja intrínseco para se jogar. Jogos sérios, particularmente simulações de treinamento, são essenciais para os militares. Jogos sérios no setor de saúde também são um domínio crescente como os jogos militares. Afinal, simulações de treinamento estão-se tornando mais comum para os médicos.

## 2.2 Jogos Sérios na Área da Saúde

A utilização da tecnologia informática, em especial da computação gráfica, tem uma longa história dentro da Medicina. No entanto, seu uso dentro do ensino de medicina está um pouco esquecido. Em um relatório intitulado “*Tomorrow's Doctors*”, o Conselho Médico Geral destacou o avanço da tecnologia e seu papel na educação e formação de futuros médicos, cientistas biomédicos, profissionais de saúde e profissões relacionadas, como uma área estrategicamente importante para o desenvolvimento. Com a tecnologia se desenvolvendo em um ritmo tão rápido e formando áreas-chave para desenvolvimento nessas áreas, é claro que uma oportunidade única para melhorar a educação está surgindo.

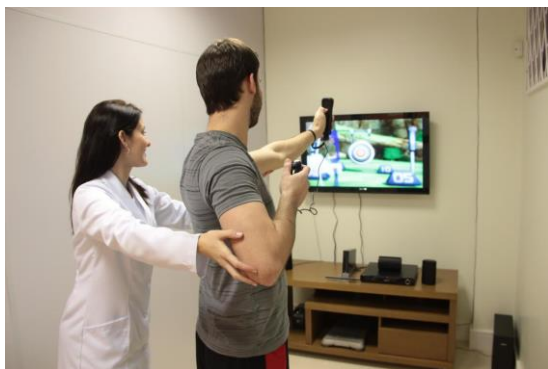
A aplicação de jogos sérios em questões relacionadas à saúde inclui, entre outros, aptidão física, recuperação, reabilitação, diagnóstico e tratamento de doença mental / condições mentais (SUSI, 2007).

A crescente visibilidade e as oportunidades futuras neste setor levaram à criação de uma série de conferências e projetos, como o *Games for Health* convenção de jogos sérios na Europa. Pacientes que se submetem a tratamentos são motivados, distraídos e recompensados através de jogos (STAPLETON, 2004).

Existem também alguns casos em que os jogos em si são o tratamento de certas doenças, como fobias e ansiedades. Existem hoje em dia alguns *gadgets* de jogos que interagem com os usuários através de movimentos e esse tipo de interação é benéfico para sua condição de saúde.(TOMORROW'S DOCTORS, 2009)

Podemos ver o uso das tecnologias para a saúde nos exemplos da Figura 1, na clínica de fisioterapia da Newton Paiva, em Belo Horizonte e o exemplo da tecnologia também na Figura 2.

Figura 1:Jogo para reabilitação .



Fonte:(Jornalismo, 2013).

Figura 2: Jogo para reabilitação.



Fonte: (Simi, 2018).

Já faz alguns anos, que o laboratório de realidade virtual da Clínica de Fisioterapia da Newton Paiva, em Belo Horizonte, está utilizando jogos do Xbox, para auxiliar nas terapias dos pacientes com dificuldades motoras, através da tecnologia do Kinect que utiliza sensores para detectar o movimento, assim o paciente consegue trabalhar membros específicos enquanto joga (SIMI, 2018).

### 2.3 Jogos Sério para o Ensino da Anatomia

Os pesquisadores sugerem que a aprendizagem é mais eficaz quando um aluno está ativamente envolvido no processo de aprendizagem, em vez de tentando receber conhecimento passivamente. Murray e Stewart (2012) usam a abordagem construcionista de forma não digital, colocando fios vermelhos nos lugares dos nervos para aprendizagem. Mas com a evolução das tecnologias surgiram ferramentas Web3D para facilitar o estudo da anatomia, foram pesquisadas algumas dessas ferramentas, e foi encontradas três, com maior destaque na área o Complete Anatomy, Biodigital Human e o Visible Body.

Todas essas ferramentas são de certa forma muito parecidas com o EducaAnatomia3D, na sua interação com os objetos3D, assim como o conteúdo educacional, mas o EducaAnatomia3D acaba se diferenciando das demais ferramentas por ser disponibilizada em português e ser totalmente gratuita, além de sua

gameificação ou seja a forma como é passado o conteúdo em forma de jogo. O ambiente virtual disponibiliza a função de criar salas para os professores, assim como um ranking de aproveitamento geral e outras funcionalidades que no futuro serão implantadas. E finalmente o diferencial por ter especialistas, visualizando e opinando cada etapa do jogo sério.

### 2.3.1 Complete Anatomy

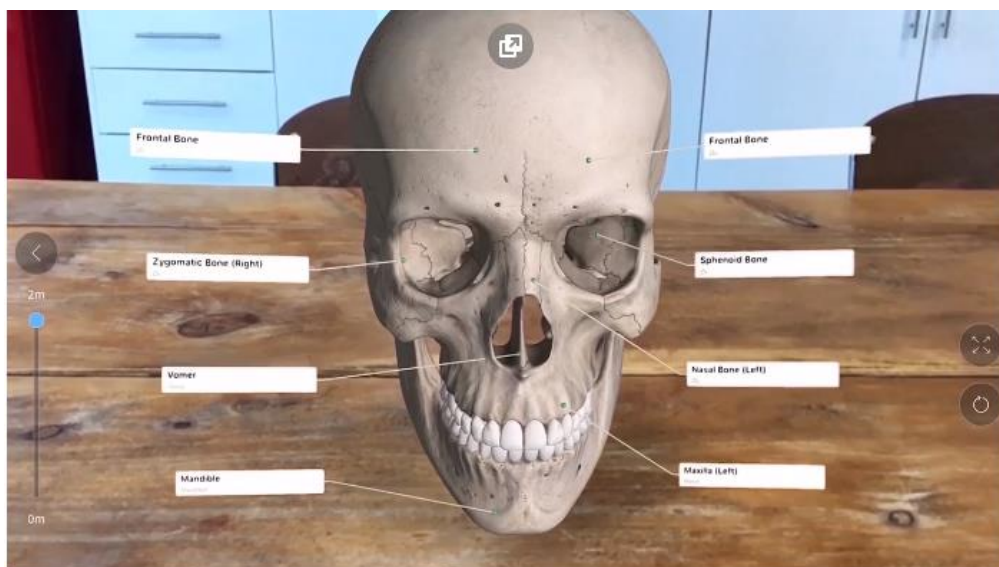
Atualmente umas das melhores ferramentas para visualização e estudo da anatomia é o Complete Anatomy, ele traz as seguintes funções descritas no próprio site:

“Escolha isolar uma região do corpo ou selecione estruturas individuais para ocultar ou desaparecer para ver o que você precisa. Selecione várias estruturas e exploda-as para visualizar partes individuais e seu relacionamento complexo com estruturas vizinhas. Explore o funcionamento interno e as relações da anatomia. Visualize o corpo em movimento, trace trajetos de origem nervosa e de artéria e descubra as conexões entre estruturas individuais.”(COMPLETE ANATOMY, 2018)

Complete Anatomy traz tecnologias inovadoras como a realidade aumentada, Figura 3.

“Você nunca viu a anatomia assim antes. Traga o modelo anatômico 3D completo para o mundo real através da realidade aumentada. Selecione uma superfície plana para posicionar o modelo e visualizá-lo de qualquer lado e de qualquer ângulo. Seu atlas de anatomia nunca foi tão real.”(COMPLETE ANATOMY, 2018)

Figura 3:Crânio em realidade aumentada no Complete Anatomy.



Fonte:(COMPLETE ANATOMY, 2018).

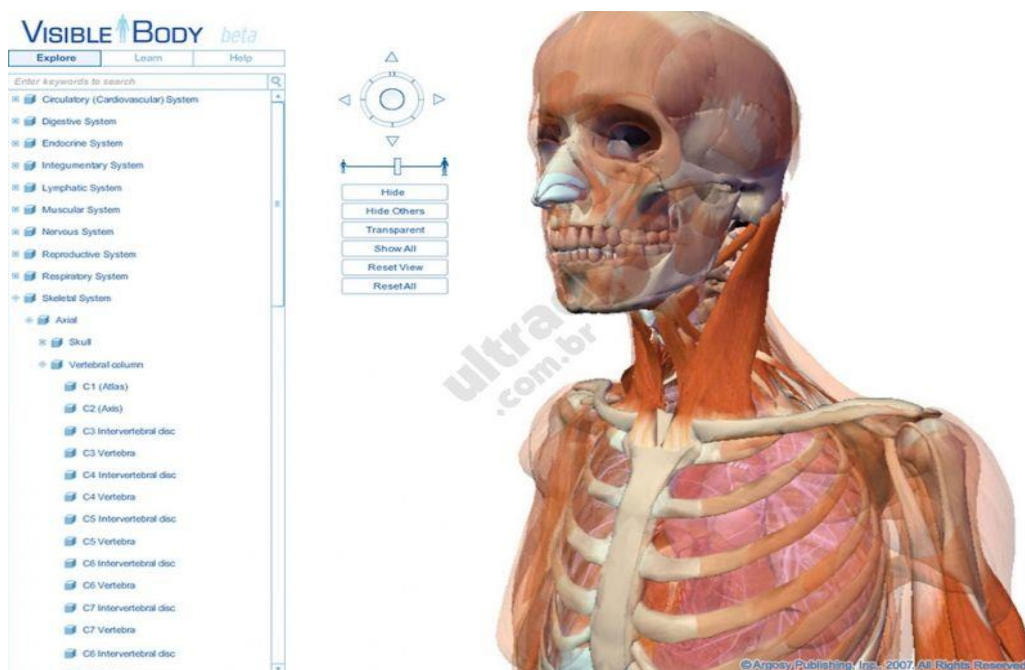
### 2.3.2 Visible Body

Visible Body é uma ferramenta, que busca, assim como o Complete Anatomy, ajudar no ensino da Anatomia, fazendo com que os alunos tenham um maior interesse no ensino, tendo um maior desempenho escolar e profissional.O Visible Body disponibiliza várias opções de visualização dos objetos 3D do corpo humano, assim como questionários para os mesmos.

“Veja breves animações que introduzem fisiologia complexa. Gire, aplique zoom e divida modelos 3D de ossos, órgãos e tecidos.Cada unidade apresenta um sistema de corpo em uma série de capítulos, com interatividades visuais pequenas e questionários”(VISIBLE BODY, 2018).



Figura 4: Atlas do corpo humano no Visible Body.



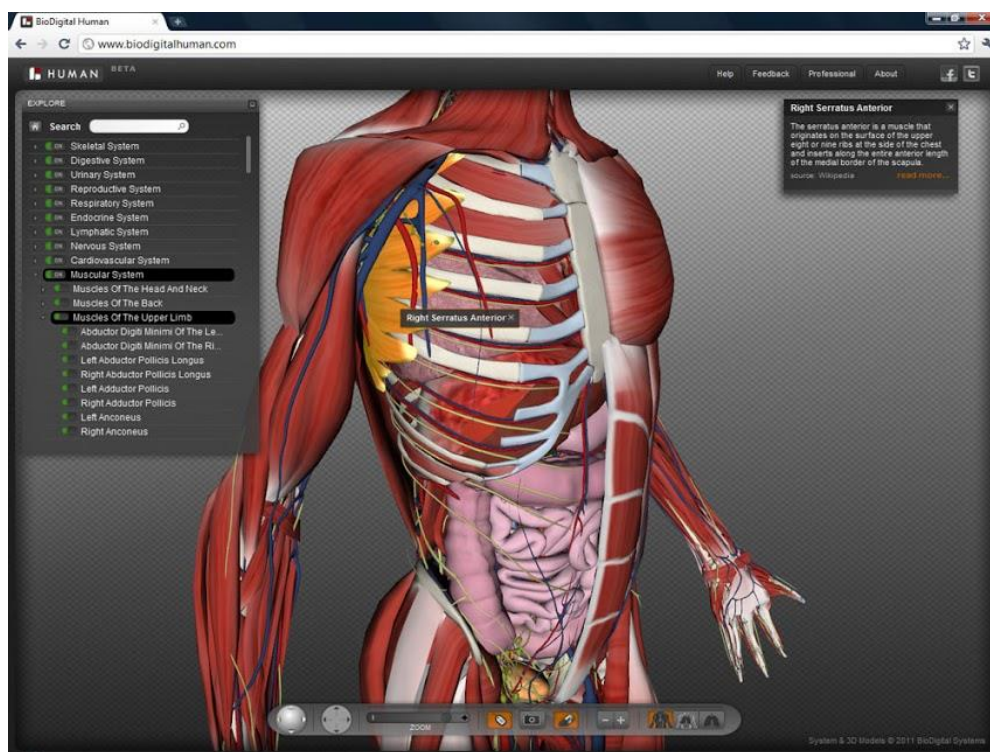
Fonte: (VISIBLEBODY, 2018).

### 2.3.3 Humano Biodigital

A ferramenta Humano Biogital é mais uma das ferramentas para o uso na anatomia humana. Ele ajuda na compreensão mais detalhada, com mapas em 3D. O programa é de graça e pode ser utilizado por uma extensão do Google Chrome. Ele explica cada parte do corpo com uma linguagem amigável para estudantes, ficando mais fácil de entender sobre ossos, veias, músculos e outras partes do corpo.(BIODIGITAL, 2018).

“Você irá encontrar descrições sobre cada parte do corpo, resumindo funções de determinadas partes escolhidas no mapa para estudo. São 4000 itens disponíveis com descrições científicas.”(TECTUDO, 2011).

Figura 5: Atlas do corpo humano, BioDigital Human.



Fonte:(BIODIGITAL HUMAN, 2018).

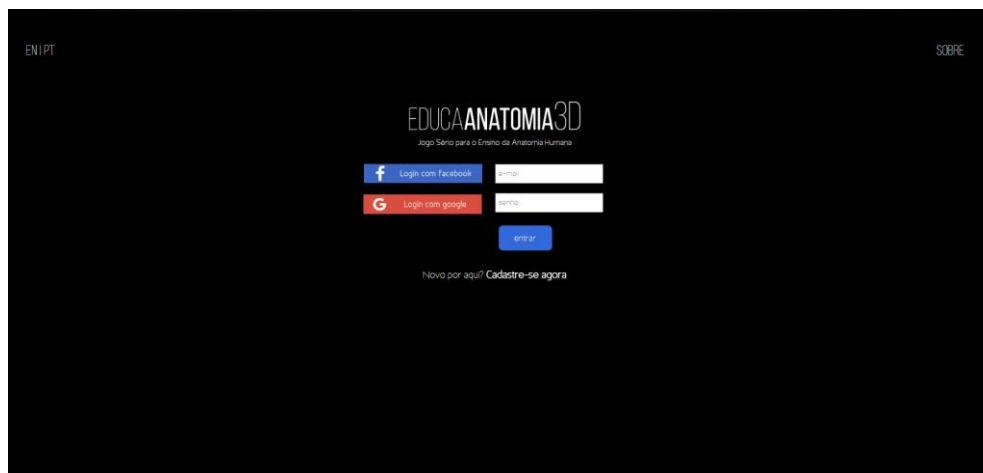
### **3      Jogo sério EducaAnatomia3D**

O jogo sério EducaAnatomia3D é um sistema Web para a aprendizagem da Anatomia Humana que tem como objetivo disponibilizar partes específicas do corpo humano para os alunos estudarem o: sistema muscular, sistema esquelético, sistema cardiovascular e sistema nervoso. O jogo possibilita o gerenciamento de usuários, criação de salas virtuais compartilhadas e privadas, além de um sistema de classificação geral por desempenho nos questionários realizados durante o jogo. O EducaAnatomia3D faz parte do Grupo de Pesquisa Anatomia Humana e Aprendizagem Interativa (LabAnatomiaInterativa - CNPq/UFSC). O projeto está sendo desenvolvido por pesquisadores da Tecnologia da Informação Comunicação, em conjunto com especialistas em anatomia humana dos cursos de Fisioterapia, Medicina e Fonoaudiologia da UFSC.

#### **3.1 Conhecendo o ambiente virtual EducaAnatomia3D**

Como tela inicial, o EducaAnatomia3D possibilita o usuário a fazer seu cadastro, logando com seu email do Facebook ou sua conta do Google. Outra maneira de fazer o cadastro é pelo site do EducaAnatomia3D. Portanto, o usuário poderá fazer seu login utilizando a forma de cadastro que mais lhe agradar.

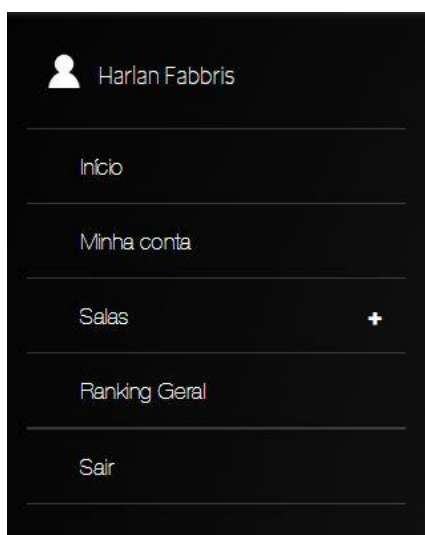
Figura 6: Tela de Login do Ambiente Virtual.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Caso o usuário seja logado com sucesso, ele entrará no ambiente de ensino onde visualizará um menu (Figura 7) com algumas opções sendo elas: "Minha conta" (para ver mais detalhes sobre sua conta), "Salas" (onde poderá entrar em uma sala já criada ou ver suas salas) e "Ranking Geral" (onde poderá visualizar desempenho dos alunos com maiores acertos nos questionários realizados no jogo).

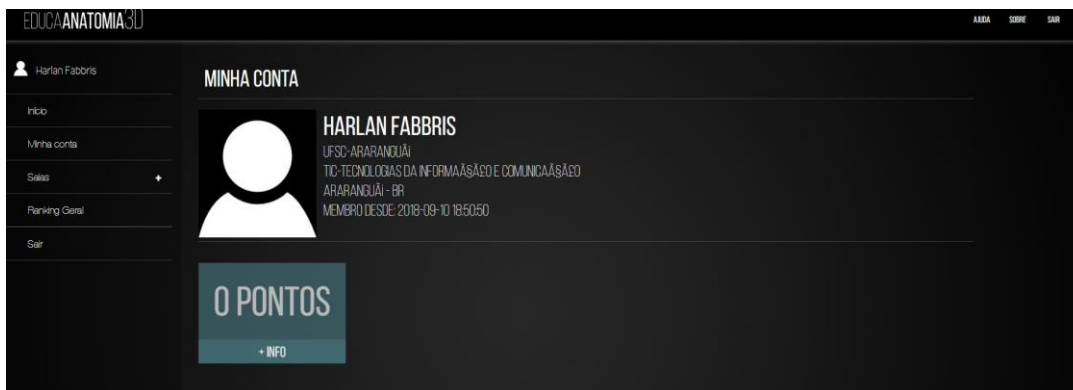
Figura 7: Menu Interativo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Escolhendo a opção “Minha conta”, podemos visualizar alguns detalhes da conta do usuário. Além disso, é possível ver a acumulação dos pontos da conta, conseguidos através de acertos obtidos nas questões, disponibilizadas pelo jogo.

Figura 8: Página minha conta



Fonte: Elaborado pelo autor

Na opção “Salas”, podemos visualizar todas as sala criadas no ambiente virtual. O usuário poderá somente entrar nas salas que forem públicas. As salas privadas são identificadas pelo ícone do cadeado.

Figura 9: Salas disponíveis.

**SALAS DISPONÍVEIS**

Clique para entrar em alguma sala:

NOME DA SALA	Nº DE ALUNOS	
01	2	entrar
Anatomia - uso geral PARA TESTES	12	entrar
ANATOMIA I - PÓS-TESTE MMII	25	entrar
Anatomia I - Pós-Teste - Aula Ossos do Membro Inferior	30	
Anatomia I - PRÉ-TESTE MMII	28	entrar
Anatomia I - Pré-Teste - Aula Ossos do Membro Inferior	31	
Anatomia I - Pós-Teste músculos membro inferior	36	entrar
Anatomia I - Pré-Teste músculos membro inferior	31	entrar
Anatomia II - Pós-teste - Aula artérias	33	
Anatomia II - Pré-teste - Aula artérias	35	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando é clicado em “Ranking” no menu, podemos visualizar um ranking geral, do maior para o menor, o que corresponde ao aproveitamento dos usuários nas

questões, nos campos da tabela (podendo visualizar o nome), pontos, questões respondidas, porcentagem de aproveitamento, a instituição e curso do aluno.

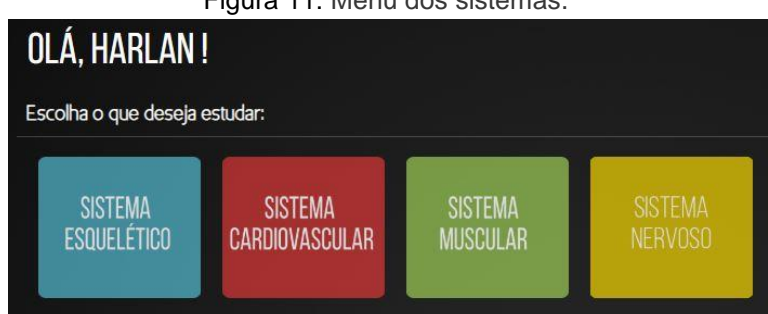
Figura 10: Ranking Geral.

RANKING GERAL						
POSICÃO	NOME	PONTOS	QUESTÕES RESPONDIDAS	APROVEITAMENTO	INSTITUIÇÃO	CURSO
1º	Ester feltrin	42	52	80.77%	UFSC	FISIOTERAPIA
2º	Luiza roberta contezini	163	204	79.9%	ufsc	fisioterapia
3º	fabio paz	314	402	78.11%	universidade de santa catarina	fisioterapia
4º	Beatriz Costa Bertan	237	306	77.45%	UFSC	Fisioterapia
5º	Julia Jacques	36	47	76.6%	Ufsc	fisioterapia
6º	Rodrigo Sebben	52	70	74.29%	UFSC	Fisioterapia
7º	Bruna Scheffer	298	404	73.76%	UFSC	Fisioterapia
8º	Bianca sabino	44	61	72.13%	ufsc	Fisioterapia
9º	Luiza Contezini	160	222	72.07%	UFSC	Fisioterapia
10º	paula gomes	24	34	70.59%	ufsc	fisioterapia
11º	Luiza Tiscoski	60	85	70.59%	UFSC	FISIOTERAPIA
12º	Isadora Freire Anderson	148	212	69.81%	UFSC	Fisioterapia

Fonte:Elaborado pelo autor.

Nessa etapa, é possível também escolher qual sistema do corpo humano o aluno deseja estudar. Até o momento, já foi possível concluir o membro superior e inferior do sistema esquelético cujo membro superior é o tema abordado nesse trabalho de conclusão de curso. O ambiente de aprendizagem também possui o sistema cardiovascular, sistema muscular e sistema nervoso que estão sendo desenvolvidos por outros pesquisadores na área das TIC's.

Figura 11: Menu dos sistemas.



Fonte:Elaborado pelo autor.

Após escolher um sistema para estudar, o usuário irá para outra etapa do ambiente de aprendizagem. Nessa etapa podemos interagir com: os objetos 3D, os menu, janelas e os ícones. Os menus possibilitam acessar as diferentes partes do sistema esquelético.

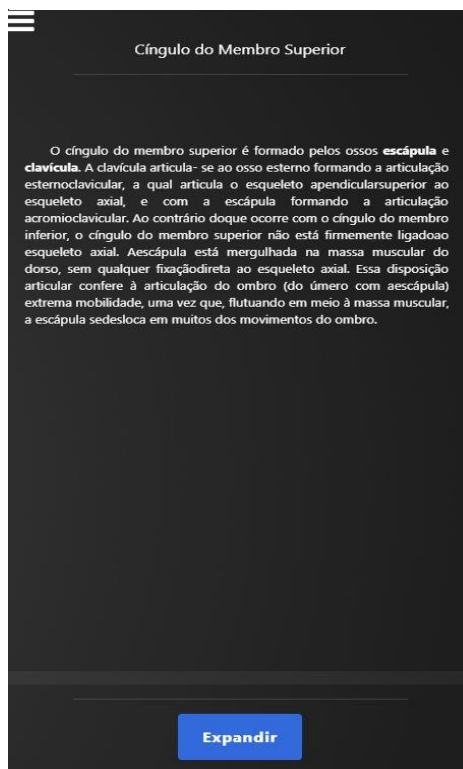
Figura 12: Menu de interação



Fonte:Elaborado pelo autor

Ao fazer a interação com o menu, podemos visualizar diferentes partes do esqueleto humano. O usuário poderá selecionar cada osso ou região, assim, abrirá janelas que mostrarão o conteúdo facilitando o estudo nas disciplinas de anatomia.

Figura 13: Janela de conteúdo



Fonte: Elaborado pelo autor

Para controlar os objetos 3D, o ambiente virtual disponibiliza ícones localizados no canto inferior direito. Esses ícones possuem a função “modificar a posição dos módulos geométricos”. Com isso, é possível fazer a rotação e zoom dos módulos.

Figura 14: Ícones de interação com os objetos 3D

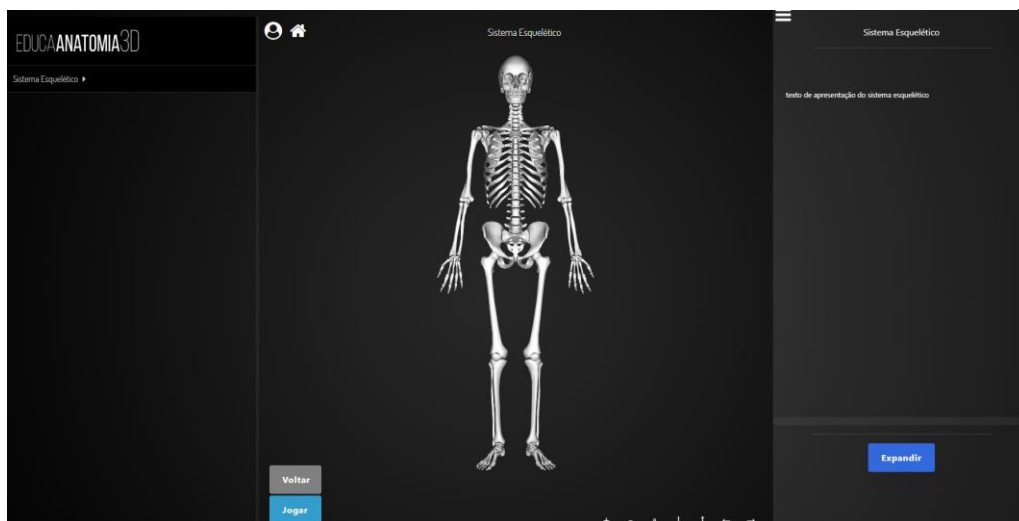


Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura abaixo encontra-se a interface completa, contendo menu, conteúdo e ícones do ambiente de aprendizagem, completando a primeira etapa do jogo.



Figura 15: Interface completa da visualização do conteúdo do sistema esquelético.

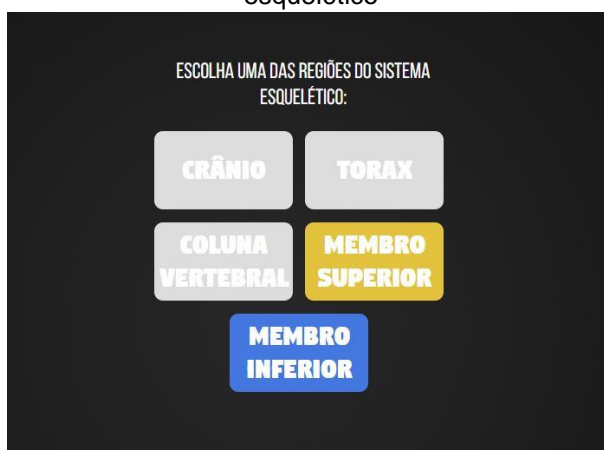


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2 Interface dos questionários

Essa é a etapa onde ocorre a fixação do conteúdo. O aluno pode escolher responder questões sobre determinadas regiões do sistema esquelético como forma de fixação do conteúdo correspondente à primeira parte do ambiente virtual. Pode-se selecionar atualmente a região do membro superior e membro inferior.

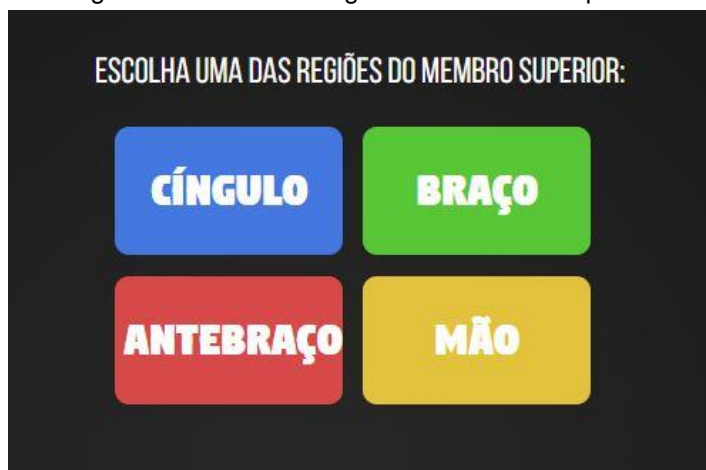
Figura 16: Menu das regiões do sistema esquelético



Fonte: Elaborado pelo autor

Após escolher a região do sistema esquelético que o usuário deseja estudar, o sistema irá apresentar uma tela com quatro regiões do membro superior: o cingulo, o braço, o antebraço e a mão (Figura 17).

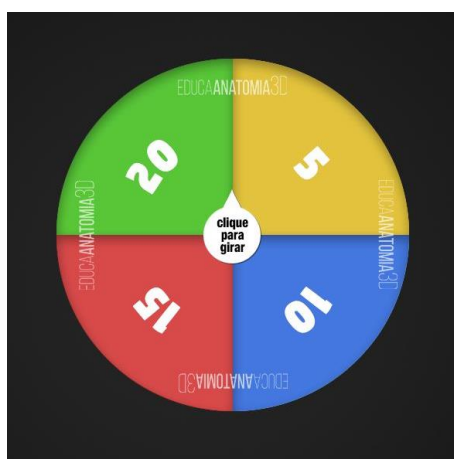
Figura 17: Menu das regiões do membro superior



Fonte: Elaborado pelo autor

Quando escolhida a região no qual o aluno queira estudar, será aleatoriamente selecionada uma quantidade de questões a serem respondidas, através de um mecanismo de roleta, como ilustra a imagem abaixo (Figura 18).

Figura 18: Roleta do jogo

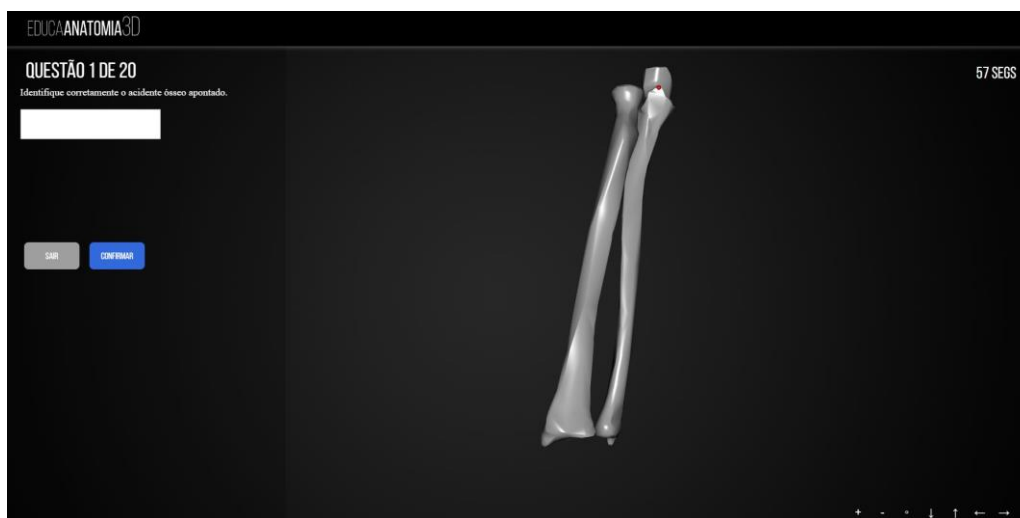


Fonte: Elaborado pelo autor

Para melhorar o entendimento do conteúdo, foi utilizado dois tipos de questionários: perguntas de múltipla escolha e perguntas abertas. Para responder essas perguntas, o usuário terá 60 segundos. O contador está localizado no canto

superior direito da página. Para o membro superior, temos atualmente 100 perguntas para as 4 regiões disponíveis. Após responder a pergunta, o sistema, exibirá uma mensagem sobre a resposta do usuário.

Figura 19:Tela dos questionários



Fonte: Elaborado pelo autor

Quando terminado o questionário, o sistema exibe o resultado obtido, detalhando os erros e acertos, e dá a porcentagem de aproveitamento atingido.

Figura 20:Tela dos resultados



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4 Tecnologias utilizadas na aplicação Web3D

Com os avanços da tecnologia, a internet está muito presente, tanto na vida pessoal quanto na profissional. Com isso é possível analisar o crescente desenvolvimento de aplicações *WEB* e *Web3D*. Essas aplicações foram possíveis com diversas tecnologias em dois segmentos: o *Back-end* e o *Front-end*. Neste capítulo serão apresentadas as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do membro superior no EducaAnatomia3D.

### 4.1 Back-end

O *Back-end* se constitui em uma camada para a estruturação de uma aplicação, envolvendo banco de dados e linguagens de programação, como a linguagem PHP, que foi utilizada no trabalho, assim como o banco de dados *MySQL*, para armazenamento e gerência dos dados dos usuários.(GITHUB, 2018)

#### 4.1.2 A linguagem de programação PHP

Segundo PHP (2018), o PHP (PHP: *Hypertext Preprocessor*) é uma linguagem de programação focada no lado do servidor, isto é, um navegador web ou servidor web precisando do interpretador PHP para poder executá-lo. Com ele você pode coletar os dados de formulários e enviar e receber *cookies* etc. Ela oferece várias bibliotecas e ferramentas, além de ser um código *open-source* onde é possível fazer qualquer alteração sem nenhum custo.

Figura 21:Exemplo de código PHP

```
session_start();  
if(!isset($_SESSION['logincust']))  
{  
    header('Location: index.php');  
}  
  
$localSala = $_GET['value'];  
$_SESSION['localSala'] = $localSala;  
  
?>
```

Fonte: EducaAnatomia3D.

### 4.1.3 MySQL

O MySQL é um *software* para o gerenciamento de banco de dados de código aberto, ou seja, ele acessa e guarda as tabelas do sistema podendo acessá-las com rapidez, e usa SQL para manipular e interagir com os dados. Ele tem um suporte para inúmeras linguagens de programação e sistemas operacionais, utilizado por empresas como a NASA. (DEITEL, 2008)

### 4.1.4 PHPMyAdmin

O PHPMyAdmin é um software escrito em PHP para administrar o MySQL, através da Web. Ele é usado para gestão de banco de dados, tabelas, colunas, relações, índices, permissões, etc. Pode ser realizada através de uma interface do usuário, onde é viável executar diretamente qualquer instrução SQL. (PHPMYADMIN, 2018).

## 4.2 Front-end

Basicamente, o *front-end* é a parte de interação com usuário, ou seja, a parte visual, onde se coleta os dados de entrada do usuário, para que o *back-end* possa realizar sua função. O *front-end* faz o papel do cliente e o *Back-end* o do servidor.(GITHUB, 2018)

### 4.2.1 A linguagem de marcação HTML

HTML (*HyperText Markup Language*) é toda base da web, é uma linguagem de marcação, para descrição da estrutura das páginas web constituída por *tags* (FREEMAN, 2008) afirma que o HTML foi atualizado e está na sua quinta versão. O HTML5 facilitou as aplicações em CSS, ganhando mais tempo, novas ferramentas e novas tags.

### 4.2.2 A linguagem de estilos CSS

*Cascading Style Sheets* (CSS) é uma lista de códigos que é utilizada para definir a aparência em páginas da internet que adotam para o seu desenvolvimento a linguagem HTML. Perreira (2009) refere-se ao *layout* das características visuais que o *Website* deve conter, como cores e imagens.

### 4.2.2 A linguagem JavaScript

O JavaScript é o que transforma uma página web. “Ela é utilizada para controlar o HTML e o CSS para manipular comportamentos na página” (GITHUB, 2015). O comportamento em que o autor cita é, por exemplo, o passar do mouse em cima de menu no qual criam-se sub-menus. Essa pode ser uma criação em JavaScript.

### 4.2.3 A biblioteca jQuery

Junto ao JavaScript existe a biblioteca chamada jQuery que ajuda com animações. Sua aplicação está sendo cada vez mais utilizada. "O jQuery foi criado sob o mantra do *"Write less, do more"* (Escreva menos, faça mais) e é exatamente por causa disso que ele é tão surpreendente" (BELEM, 2012). A característica do jQuery que mais chama atenção dos programadores é a rapidez e a leveza em que você desenvolve o seu script.

### 4.2.4 A biblioteca WebGL

WebGL (*Web Graphics Library*) como seu nome diz é uma biblioteca gráfica da web, ou ainda podemos falar que é uma API em JavaScript. Foi desenvolvida para renderizar gráficos 3D e 2D para os navegadores Web, sem precisar de plug-ins utilizando Canvas e HTML5.(WEBGL, 2018)

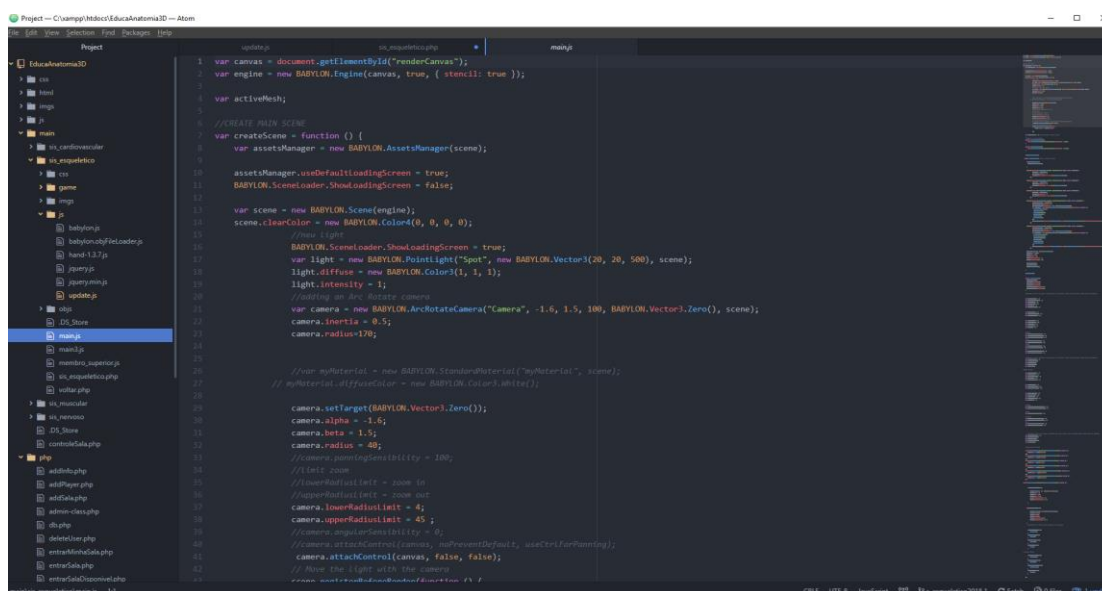
## 4.3 Ferramentas utilizadas

Nesta seção serão apresentadas as ferramentas que foram utilizadas para a implementação deste trabalho.

### 4.3.1 Editor de texto ATOM

Para edição de código, foi utilizado o editor de texto ATOM criado pelo Github, escrito em HTML e JavaScript. A popularidade desse editor de código cresce cada vez mais, devido as suas funcionalidades, facilitando a vida dos programadores. Além de poder programar em diversas linguagens, ele tem uma integração com o Git e com o Github. Pode-se personalizar completamente o editor, além das diversas extensões criadas pela comunidade, extremamente úteis.(PINTO, 2016).

Figura 22:Editor de texto ATOM



```

1 var canvas = document.getElementById("renderCanvas");
2 var engine = new BABYLON.Engine(canvas, true, { stencil: true });
3
4 var activeMesh;
5
6 //CREATE NEW SCENE
7 var createScene = function () {
8     var assetManager = new BABYLON.AssetsManager(scene);
9
10    assetManager.useDefaultLoadingScreen = true;
11    BABYLON.SceneLoader.ShowLoadingScreen = false;
12
13    var scene = new BABYLON.Scene(engine);
14    scene.clearColor = new BABYLON.Color4(0, 0, 0, 0);
15
16    //new light
17    BABYLON.SceneLoader.ShowLoadingScreen = true;
18    var light = new BABYLON.PointLight("Spot", new BABYLON.Vector3(20, 20, 500), scene);
19    light.diffuse = new BABYLON.Color3(1, 1, 1);
20    light.intensity = 1;
21
22    //creating an Arc Rotate camera
23    var camera = new BABYLON.ArcRotateCamera("Camera", -1.6, 1.5, 100, BABYLON.Vector3.Zero(), scene);
24    camera.inertia = 0.5;
25    camera.radius = 170;
26
27    //var myMaterial = new BABYLON.StandardMaterial("myMaterial", scene);
28    //myMaterial.diffuseColor = new BABYLON.Color3(0.1, 0.1, 0.1);
29
30    camera.setTarget(BABYLON.Vector3.Zero());
31    camera.alpha = -1.6;
32    camera.beta = 1.5;
33    camera.radius = 40;
34    //camera.zoomingSensitivity = 100;
35    //Limit zoom
36    //lowerRadiusLimit = zoom out
37    //upperRadiusLimit = zoom in
38    camera.lowerRadiusLimit = 4;
39    camera.upperRadiusLimit = 45;
40    //camera.angularSensitivity = 0;
41    //camera.attachControl(canvas, false, false);
42    camera.attachControl(canvas, false, false);
43
44    //from this light create the camera
45    //from this light create the camera
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

```

Fonte:Capturada pelo autor

### 4.3.2 O software WampServer

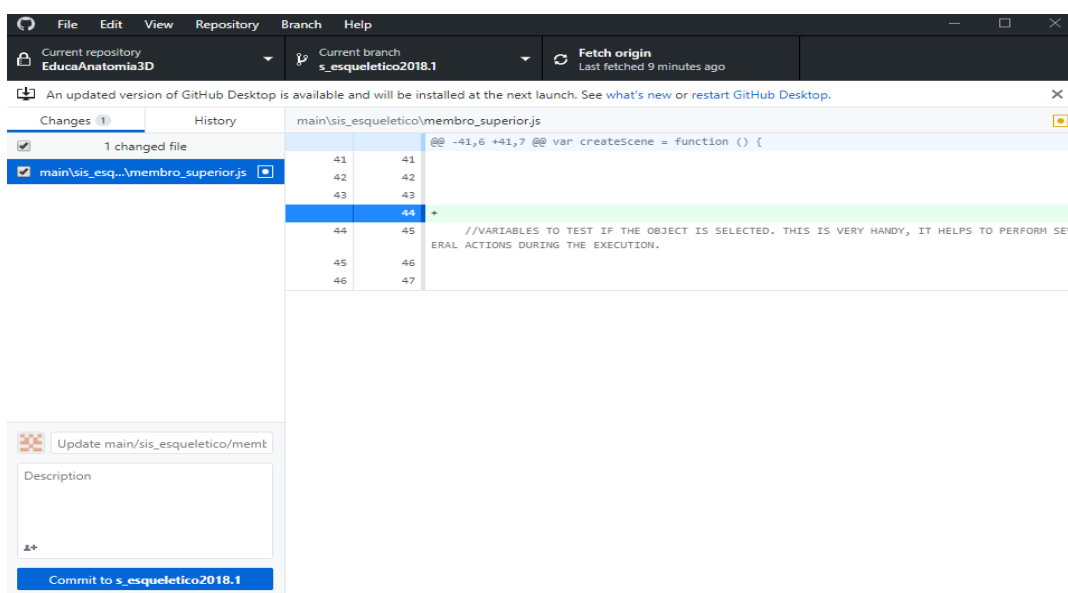
O WampServer é um software desenvolvido pela PHP Team. É usado para instalar com facilidade no computador, os softwares PHP 5, MySQL e Apache, disponibilizando suporte ao uso de scripts PHP localmente no Windows. (WAMP, 2018)



### 4.3.3 O sistema web de gerenciamento de versões GitHub

Para a organização do código do trabalho foi utilizado o Github. O Github é um sistema web que possui várias funcionalidades, utilizando o Git como base. Ele tem como principal função o controle de versão de sistemas. Com ele pode-se criar projetos no qual várias pessoas podem contribuir ao mesmo tempo e mostrar todos os detalhes das modificações de cada colaborador. O Github é muito utilizado para projetos *open source*, onde você pode visualizar todos os códigos e contribuir, testando e corrigindo bugs (erros). (GITHUB, 2018)

Figura 23: Interface do Software GithubDesktop



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.4 Frameworks

*Framework* tem a função de ajudar, com estruturas prontas e ferramentas, a implementação de um sistema. Neste subcapítulo serão apresentados os *frameworks* utilizados no trabalho.

### 4.4.1 O framework Bootstrap

Um *framework* utilizado no *website* foi o Bootstrap que, é “uma coleção de vários elementos e funções personalizáveis para projetos da web, empacotados previamente em uma única ferramenta” (UTTERBACK, 2014). Bootstrap é um *framework* de HTML, CSS, JavaScript em que deixa funções e métodos prontos para serem desfrutados, para facilitar o desenvolvimento de *front-end* de sistemas e websites. (BOOTSTRAP, 2018).

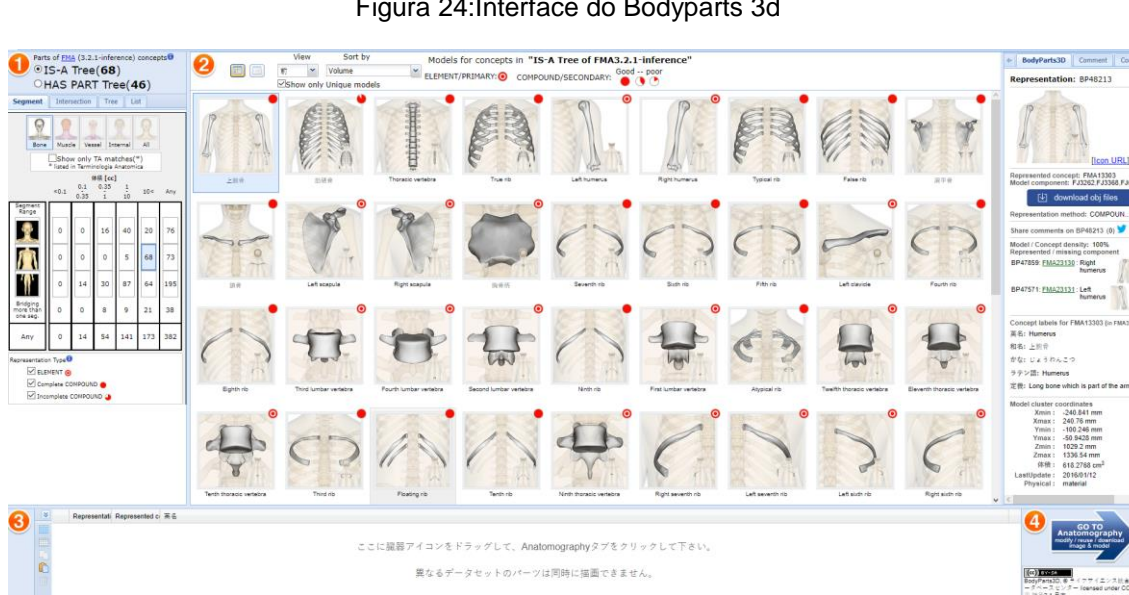
### 4.4.2 O framework Babylon

Babylon.js é um *framework*, ou, melhor dizendo, um mecanismo 3D que usa como sua base o WebGL e JavaScript. O Babylon foi criado para facilitar o desenvolvimentos de jogos e possui funcionalidades para criar objetos, exibir e texturizar malhas no espaço bem como criar fonte de luz e câmeras. Possui também, detecção de colisão e gravidade, e câmeras voltadas para jogos. Além disso, dispõe um suporte nativo para dispositivos de realidade virtual.(BABYLON, 2018)

## 4.5 O banco de dados BodyParts 3d

BodyParts é um sistema web que possui banco de dados com vários objetos geométricos anatômicos, em forma de estrutura 3D, divididos em sessões do corpo humano. Para esse trabalho foram utilizadas somente objetos do sistema esquelético.(BODYPARTS, 2018)

Figura 24:Interface do Bodyparts 3d



Fonte: (BODYPARTS3D,2018)

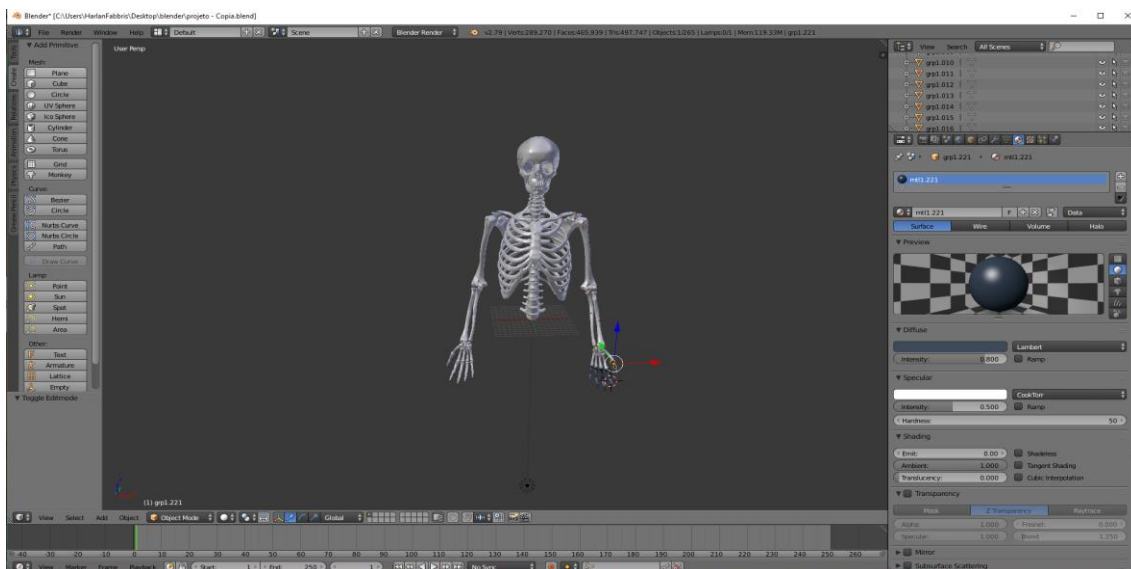
#### 4.6 A ferramenta de modelagem Blender

Para conseguir visualizar os objetos 3D obtidos no BodyParts foi utilizado o Blender, programa desenvolvido pela Blender Foundation, gratuito, para a modelagem, animação, texturização, composição, renderização e criações de aplicações interativas em 3D. O programa é multiplataforma e implementa ferramentas similares as de outros programas pagos que incluem ferramentas de modelagem baseadas em modificadores, ferramentas de animação de personagens, sistemas baseados em nós de texturas, cenas e imagens.(BLENDER, 2018).

Como um projeto conduzido pela comunidade sob a GNU *General Public License* (GPL), o público tem o poder de fazer pequenas e grandes mudanças na base

de código, o que leva a novos recursos, correções de erros e melhor usabilidade.(BLENDER, 2018).

Figura 25:Interface do software Blender



Fonte:Elaborado pelo autor

## **5 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEB3D**

Este capítulo apresenta os resultados e as etapas das atividades realizadas para adição de funcionalidades relacionadas ao Membro Superior, do sistema esquelético, no jogo sério EducaAnatomia3D.

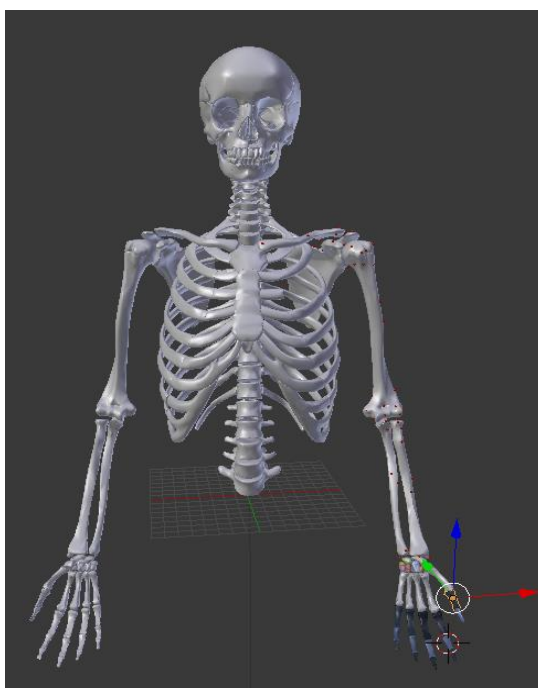
### **5.1 Trabalhando na ferramenta Blender**

Para a primeira etapa do projeto foi utilizado o Blender. Ele pode ser utilizado em qualquer área que seja necessária a geração de modelos tridimensionais, geração de imagens renderizadas, animações de jogos, graças ao seu motor de jogo embutido.(BLENDER, 2013).

#### **5.1.1 Importando os objetos 3D**

Para preparar os objetos obtidos no site do BodyParts foi utilizado o software Blender para importar todos os objetos 3D que seriam utilizados no trabalho. Pode-se observar melhor na Figura 26 a seguir.

Figura 26:Objetos 3d do sistema esquelético.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.1.2 Diminuindo quantidade de polígonos

Logo após a importação dos objetos no espaço tridimensional do Blender, foi necessário diminuir a quantidade de faces do objeto, ou seja, a quantidade de polígonos utilizados, para dar formato ao objeto3D. Afinal quanto maior for a quantidade de faces de um objeto, maior a ocupação no HD do computador será utilizado.

Sendo o EducaAnatomia3d uma aplicação Web, para poder importar para a nuvem, e carregar esse objeto no ambiente virtual, seria muito demorado. Por isso, quanto menor for o número de polígonos, mantendo as características do objeto3D sem o deformar, o sistema final será mais rápido. Para poder diminuir as faces de um objeto 3D, o Blender oferece um modificador chamado *Decimate*. Pode-se perceber a diminuição das faces nas figuras abaixo.

Figura 27: Com diminuição



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 28: Sem diminuição.

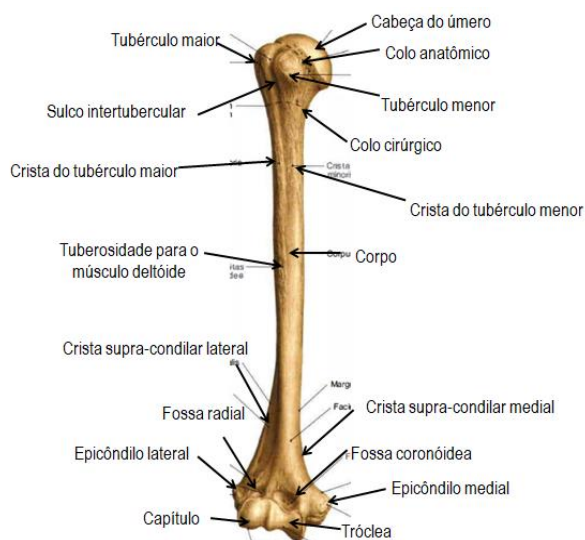


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.1.2 Acidentes Ósseos

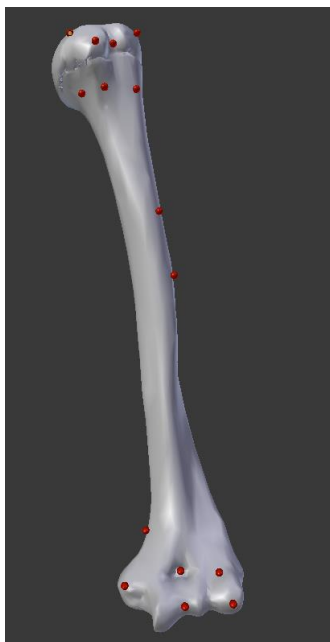
O próximo passo foi colocar esferas da cor vermelha em locais especificados, definindo cada esfera nas coordenadas X, Y, Z dos objetos que são utilizadas na parte de implementação e criação das esferas no código, com o framework babylon.js. A posição dos acidentes ósseos foram indicados por uma especialista em Anatomia Humana, veja um exemplo na figura abaixo.

Figura 29:Acidentes ósseos



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 30:Esferas posicionadas



Fonte: Elaborado pelo autor

Com as esferas posicionadas, os objetos estão prontos para serem exportados da aplicação para uma pasta, com seus nomes anatômicos, onde serão importados e adicionados no EducaAnatomia3d com seus respectivos conteúdos textuais.



## 5.2 Criação da cena 3D

Para poder importar os objetos 3D é preciso criar uma cena 3D. Ou seja, o ambiente onde serão alocados os objetos 3D. No script apresentado na Figura 31, podemos visualizar que foi criado algumas funções como a posição da câmera, luzes e cores, para melhorar a visualização dos objetos tridimensionais.

Figura 31:Código utilizado para a criação de cena

```

var createScene = function () {
    var assetsManager = new BABYLON.AssetsManager(scene);

    assetsManager.useDefaultLoadingScreen = true;
    BABYLON.SceneLoader.ShowLoadingScreen = false;

    var scene = new BABYLON.Scene(engine);
    scene.clearColor = new BABYLON.Color4(0, 0, 0, 0);

    BABYLON.SceneLoader.ShowLoadingScreen = true;
    var light = new BABYLON.PointLight("Spot", new BABYLON.Vector3(20, 20, 500), scene);
    light.diffuse = new BABYLON.Color3(1, 1, 1);
    light.intensity = 1;

    var camera = new BABYLON.ArcRotateCamera("Camera", -1.6, 1.5, 100, BABYLON.Vector3.Zero(), scene);
    camera.inertia = 0.5;
    camera.radius=170;

    camera.setTarget(BABYLON.Vector3.Zero());
    camera.alpha = -1.6;
    camera.beta = 1.5;
    camera.radius = 40;
    camera.lowerRadiusLimit = 4;
    camera.upperRadiusLimit = 45 ;
    camera.attachControl(canvas, false, false);
    scene.registerBeforeRender(function () {
        light.position = camera.position;
    });
};

```

Fonte:Elaborado pelo autor

### 5.2.1 Importando os objetos 3D

Para poder importar os objetos foi utilizado o framework Babylon. Sua função permite importar e adicionar na cena que desejar, objetos 3D, definindo sua

visibilidade, como é possível ver na figura abaixo (exemplo da importação do osso do cingulo do membro superior, a escapula).

Figura 32:Código para importar objetos 3D para cena.

```
BABYLON.SceneLoader.ImportMesh("", "../objs/", "jp_cingulo_escapula.obj", scene, function (newMeshes) {
    escapula = newMeshes[0];
    escapula.visibility = 1;

});
```

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.2.2 Criação das esferas nos acidentes ósseos

Para mostrar os acidente ósseos, o EducaAnatomia3D possui um check-box que possibilita visualizar os acidentes identificados como esferas (na cor vermelha). No desenvolvimento do código para a criação dessas esferas, foi utilizado uma função do Babylon.js. Em que se especifica o nome, o tamanho, a cor da esfera e a localização em relação ao objeto, utilizado as coordenadas do vetor nos eixos X, Y, Z, retiradas na etapa do Blender.

Figura 33:Criação da esfera

```
sphere_braco_umero_1 = BABYLON.Mesh.CreateSphere("Cabeça do úmero", 12, .24, scene);
sphere_braco_umero_1.material = material;
sphere_braco_umero_1.position = new BABYLON.Vector3(8.10594 , 0.562306 , 22.5955);
sphere_braco_umero_1.actionManager = new BABYLON.ActionManager(scene);
makeOverOut(sphere_braco_umero_1);
sphere_braco_umero_1.visibility = 1;
```

Fonte:Elaborado pelo autor

### 5.2.3 Criação de câmeras

Para visualizar os objetos importados na cena, foi utilizado uma função de câmera (Figura 34) para cada parte do Membro superior, onde-se pode configurar a visualização como desejarmos, podendo rotacionar a câmera no eixo X e Y ou afastar e aproximar a câmera dos objetos 3D.

Figura 34: Função de configuração de câmera

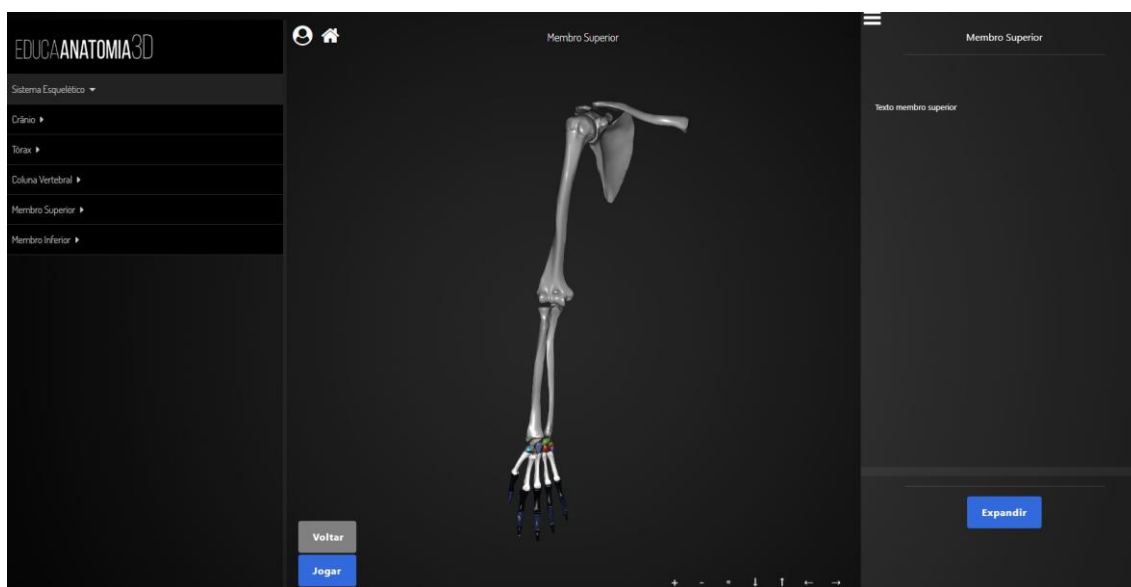
```
function camCingulo(){  
  
    camera.setTarget(new BABYLON.Vector3(5,3,18));  
    camera.alpha=14;  
    camera.beta=10;  
    camera.radius=20;  
    camera.lowerRadiusLimit=3;  
    camera.upperRadiusLimit = 70;  
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.3 Projeto atualizado da interface de interação

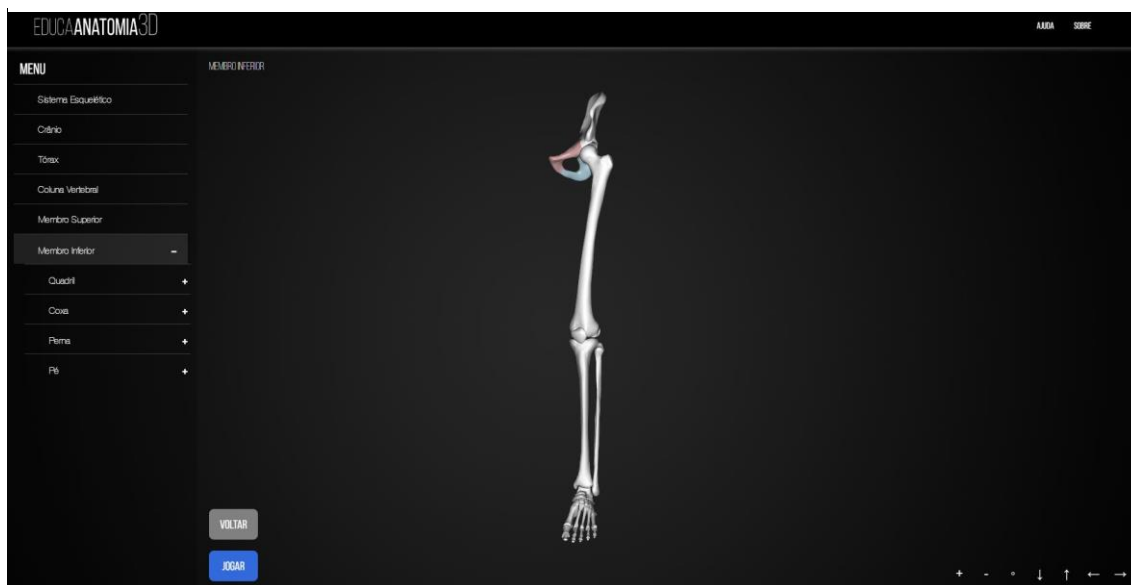
Além do membro superior, foi atualizado todo o sistema esquelético da antiga interface (Figura 36) para a nova interface (Figura 35).

Figura 35: Projeto atualizado da interface da interação



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 36 : Projeto antigo da interface da interação



Fonte: Elaborado pelo autor

Para implementação da nova interface foi utilizado CSS, HTML5 e Javascript. Além disso, foram utilizadas algumas das novas TAGs do HTML5 e um menu tipo Cascata. Também pode-se notar a inclusão de atalho para a *Home* do EducaAnatomia, bem como para o perfil do usuário.

Figura 37: Código html do menu

```

<a id="braco_bt" href="#braco" class="list-group-item" data-toggle="collapse" aria-expanded="false">Braço</a>
<div class="collapse" id="braco" data-parent="#superior">
  <a id="umero_bt" href="#" class="list-group-item" data-toggle="collapse">Úmero</a>
</div>

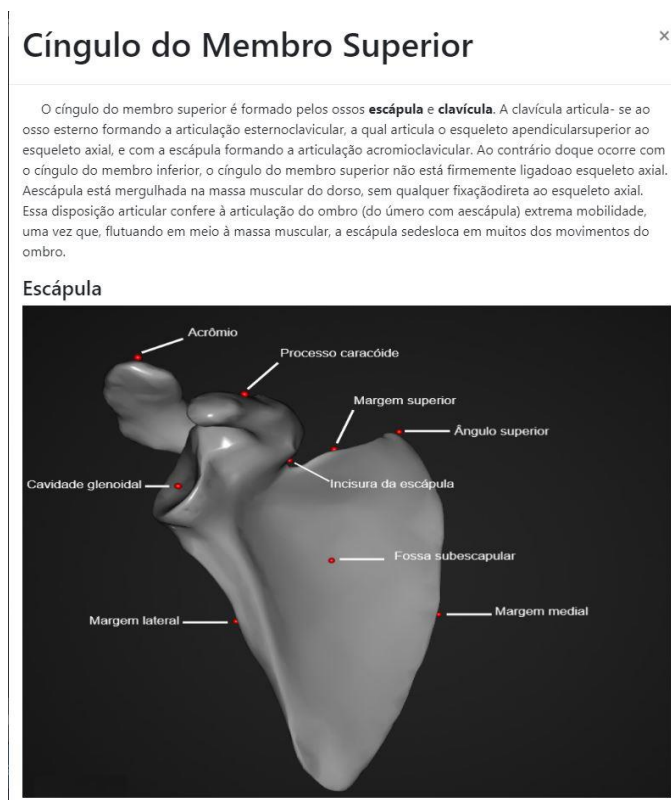
```

Fonte: Elaborado pelo autor

### 5.3.1 A opção Expandir

O “expandir” é um botão localizado no canto inferior direito, que tem como função expandir determinada região de ossos ou especificamente um osso para exibir seu conteúdo e imagens com seus acidentes ósseos sinalizados com seus nomes. Para isso, foi utilizada uma ferramenta de edição chamada Photoshop CS6, utilizando a fonte Arial em tamanho 12.

Figura 38: Imagem do expandir do Cíngulo do membro Superior



Fonte: Elaborado pelo autor

## 5.4 Etapa de fixação do conteúdo

Nessa etapa foram realizadas as interfaces da fase chamada de, fixação do conteúdo, onde ocorre um “teste” para verificar o aprendizado do usuário no ambiente de aprendizagem.

Para a iniciação desta etapa do jogo, o sistema irá mostrar uma interface no qual serão apresentadas opções de escolha de regiões do sistema esquelético. Para esse trabalho, foi realizada a criação do menu membro superior. Logo após escolher a região do sistema esquelético, será apresentado a interface do menu das regiões do membro superior do sistema esquelético (e.g., Cíngulo, Braço, Antebraço e Mão). Para criação desse menu foram utilizadas as linguagens HTML e CSS.

Figura 39 - Código dos botões das regiões

```
<div id="div_escolher_areas">
  <h2>Escolha uma das regiões do Sistema Esquelético:</h2>
  <button id="bt_op_cranio" class="bt_opcao" type="button" onclick="selectCranio();">Crânio</button>
  <button id="bt_op_torax" class="bt_opcao" type="button" onclick="selectTorax();">
  Torax</button>
  <button id="bt_op_coluna" class="bt_opcao" type="button" onclick="selectColuna();">
  Coluna Vertebral</button>
  <button id="bt_op_superior" class="bt_opcao" type="button" onclick="selectSuperior();">
  Membro Superior</button>
  <button id="bt_op_inferior" class="bt_opcao" type="button" onclick="selectInferior();">
  Membro Inferior</button>
```

Fonte: Elaborado pelo autor

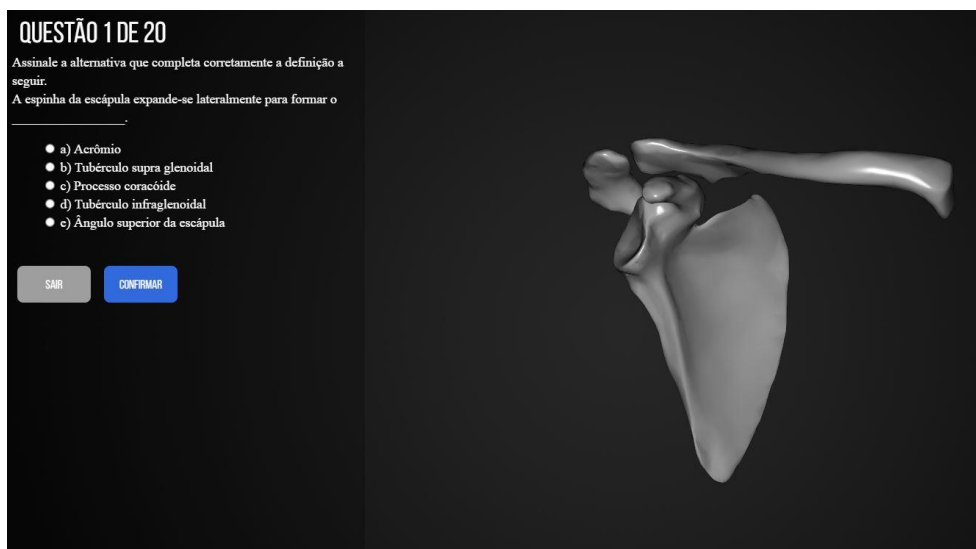
Figura 40 - Código das regiões do membro superior

```
<div id="div_escolher_areas">
  <h2>Escolha uma das regiões do membro superior:</h2>
  <button id="bt_op_cingulo" class="bt_opcao" type="button" onclick="selectCingulo();">Cíngulo</button>
  <button id="bt_op_braco" class="bt_opcao" type="button" onclick="selectBraco();">Braço</button>
  <button id="bt_op_antebraço" class="bt_opcao" type="button" onclick="selectAntebraço();">Antebraço</button>
  <button id="bt_op_mao" class="bt_opcao" type="button" onclick="selectMao();">Mão</button>
</div>
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o sorteio das perguntas foi utilizada a roleta já criada no EducaAnatomia3D e adaptada sua função para sortear as perguntas do membro superior. Após o sorteio é possível entrar na interface dos questionários.

Figura 41- Interface completa fase fixação do conteúdo



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a realização da exibição das questões foi criado um documento HTML para cada questão que através do PHP foi chamada para ser exibida na tela.

Figura 42- HTML das perguntas

```
O cingulo do membro superior é formado pelos ossos _____ e _____ .</p>
<ul class="answers">
<input type="radio" name="q1" value="a" id="q1a" required><label for="q1a"> a) Rádio - úmero </label><br/>
<input type="radio" name="q1" value="b" id="q1b" required><label for="q1b"> b) Escápula - clavícula </label><br/>
<input type="radio" name="q1" value="c" id="q1c" required><label for="q1c"> c) Rádio - ulna</label><br/>
<input type="radio" name="q1" value="d" id="q1d" required><label for="q1d"> d) Escápula - úmero</label><br/>
<input type="radio" name="q1" value="e" id="q1e" required><label for="q1e"> e) Escápula - rádio</label><br/>
</ul>
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 43- Código para chamada da questão e correção

```
if(op == "Cíngulo"){  
  
    if(vetorQuestoes[i]==1){  
        tipoQuestao = 1;  
        idQuestao = 1;  
        alternativaCorreta = "b) Escápula - clavícula";  
        $( "#p" ).load( "perguntas/cingulo/p1-cingulo.html" );  
    }  
}
```

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a criação da cena dos objetos, foram utilizados os mesmo códigos da primeira etapa do jogo, a chamada dos objetos 3D e a criação das esferas. Quando terminado de responder todas as questões, será exibida a tela de resultados, criado também com HTML e CSS e usando uma função para consultar as respostas certas e erradas do usuário.

Figura 44- Código JavaScript , resultado.

```
<script type="text/javascript">  
  
    var corretas = document.getElementById("corretas");  
    var incorretas = document.getElementById("incorretas");  
    var p = document.getElementById("porcentagem");  
    corretas.textContent = corretasFinal;  
    incorretas.textContent = incorretasFinal;  
    p.textContent = percent.toFixed(0);  
</script>
```

Fonte: Elaborado pelo autor



## 6 TESTES DE AVALIAÇÃO E RESULTADOS INICIAIS

O objetivo geral desse trabalho era desenvolver e adicionar ao jogo sério EducaAnatomia3D, as funcionalidades para o ensino da anatomia dos ossos do membro superior, esse objetivo foi alcançado com devido sucesso, pela conclusão dos objetivos específicos.

Para conseguir adicionar as funcionalidades necessárias para concluir esse trabalho, foi aprendido diversas tecnologias não aprendidas no curso. Podemos testar a ferramenta Blender e as diversas linguagens como JavaScript, PHP e HTML.

Outro objetivo específico proposto a esse TCC, era avaliar os resultados obtidos com o avalio de um especialista em anatomia humana, essa avaliação ocorreu através das etapas de testes.

Os testes, são processos que experimentam o software com o objetivo de encontrar os erros e corrigi-los. Eles foram divididos em três partes: as funcionalidades do site e de interface, o teste de configuração e o teste final.

Os testes foram iniciados na etapa das funcionalidades em que o usuário tem contato e interage com o sistema. Foram feitos testes para descobrir erros de links, para que o usuário navegue pelo site sem problemas.

O teste de configuração envolve os ambientes, local em que o sistema está funcionando. Então serve para verificar se está sendo executando com eficiência nos browsers mais populares como Google Chrome, Opera e Mozilla.

O teste final foi feito através dos especialistas que revisaram, dentro do contexto do membro superior do sistema esquelético, a fase de apresentação do conteúdo e a fase de fixação do conteúdo, corrigindo erros ortográficos, assim como, forneceram o seu aval para toda a parte funcional do Membro Superior.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHO FUTUROS

Em conclusão podemos dizer que os jogos sérios, são desenvolvidos para um propósito maior do que apenas a diversão, como, por exemplo, ensinar algum conteúdo específico ao usuário. O conteúdo pode ser passado normalmente como um treinamento. No caso deste trabalho, o conteúdo foi voltado ao ensino de Anatomia, que possibilita uma imersão nos sistemas do corpo humano como o sistema esquelético, descrito nesta pesquisa.

O EducaAnatomia3D visa auxiliar no aprendizado na área da saúde. Existem outros diversos sistemas que mostram o corpo humano em partes com extremo detalhes e tecnologias. Os melhores são pagos, outros ainda não possuem suporte à língua portuguesa, tendo suas limitações. O EducaAnatomia3D tem o auxílio de especialistas na área da anatomia que cooperam no suporte para a aplicação inovando e trazendo conteúdo de fácil aprendizagem, além de ser em português e totalmente gratuito.

Com o desenvolvimento da parte superior dos ossos do sistema esquelético juntamente com o conteúdo dos mesmos para a implementação no ambiente virtual, EducaAnatomia3D, pode-se esperar contribuir na aprendizagem do aluno para o conteúdo de anatomia, utilizando as técnicas aprendidas durante o curso e explorando os conteúdos de forma interativa através dos objetos 3D e demais tecnologias.

Como trabalhos futuros pretende-se terminar todo o sistema esquelético para que assim possa ser integrado o Membro superior juntamente com a região do Tórax, Coluna Vertebral e Crânio, no sistema do EducaAnatomia3D .

## REFERÊNCIAS

ALDRICH, C. 2009. **virtual worlds, simulations, and games for education: A unifying view.** *innovate: Journal of Online education.*

BATISTA, Arthur Volpato.2017. **DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB3D PARA O ENSINO DA ANATOMIA DO SISTEMA ESQUELÉTICO.**68f.Trabaho de conclusão de curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017.

BABYLON. 2018. Disponível em: <<https://www.babylonjs.com>>. Acessado em 4 de Nov, 2018.

BLENDER FOUNDATION.Julho de 2013.Disponível em <<https://www.blender.org/foundation/history/>> : Acessado em 24 de jun de 2018

BIODIGITAL.2018.**The World's First Human Visualization Platform.**Disponível em: <https://www.biodigital.com>. Acessado em 4 de Nov, 2018.

BOOTSTRAP.2018. <<https://getbootstrap.com>>, Outubro de 2018

BODYPARTS3D. 2018. Disponível em: <<http://lifesciencedb.jp/bp3d/>>. Acessado em 4 de Nov, 2018.

CAELUM. 2016. **Desenvolvimento WEB com HTML, CSS e JavaScript.**Disponível em: <<https://www.caelum.com.br/download/caelum-html-css-javascript.pdf>>. Acessado em: 24 de Out de 2018.

CONCEIÇÃO, Karolini R. da; OLIVEIRA, Miguel A. 2016. **Desenvolvimento de um Jogo Sério para o Ensino de anatomia do Membro Inferior do Esqueleto Humano.** 69f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

COMPLETE ANATOMY. 2018. Disponível em: <<https://3d4medical.com/apps/complete-anatomy>>. Acessado em 27 de Out, 2018.

DEITEL, Paul J.; DEITEL, Harvey M. Ajax. **Rich Internet Applications e desenvolvimento Web para programadores.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

FERREIRA, Gilliene Batista da Costa; SANTOS,Carla Cabral ;LINS,Accioly. **O Cadáver no Ensino da Anatomia Humana: uma Visão Metodológica e Bioética.**2012 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbem/v36n3/11>>.Acesso em:24 de jun, 2018.

FREEMAN, E. **Use a Cabeça! HTML com CSS e XHTML.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2008.

GAMESFOREHEALTHEUROPE. **Games for health the europe.** Disponível em: <https://www.gamesforhealthurope.org>. Acesso em: 06 de Out, 2018.

GITHUB. 2018. Disponível em: <<https://github.com>>. Acessado em 4 de Nov, 2018.

GROS, B.: **Digital games in education: The design of Game-based Learning environments.** Journal of Research on Technology in Education 40(1), 23–38 (2007)

GITHUB.. **O que é JavaScript?**, 2018. Disponível em: <http://tableless.github.io/iniciantes/manual/js/>. Acesso em: 26 de out. de 2018

GITHUB.(2018). **O que é client-side e server-side?**

Disponível em :<<http://tableless.github.io/iniciantes/manual/obasico/o-que-front-back.html>>. Acessado em 5 de Nov, 2018

HENDERSON, L.: Video games: **A significant cognitive artifact of contemporary youth culture.** DIGRA Conf. (2005)

J.PRESS. **A seriedade dos jogos eletrônicos.** Disponível em: <<http://jpress.jornalismojunior.com.br/2013/04/seriedade-jogos-eletronicos/>> Acesso em: 06 de Out ,2018.

LABANATOMIAINTERATIVA.2018. **EducaAnatomia3D.** Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá. Disponível em: <<http://labanatomiainterativa.ufsc.br/ea3d/>>. Acesso em: 5 de nov. 2018.

MURRAY, R., STEWART, I.: **Modelling the Somatic Peripheral Nervous System. In: The Proceedings of the 125th Anniversary Meeting of the Anatomical Society,** July 10-12, The Royal College of Surgeons of Edinburgh, Scotland (2012)

PRENSKY Marc. **The Digital Game-Based Learning Revolution.**Mc Graw-Hill, 2001 .Disponível em :.Acesso em:24 de jun, 2018

PHP. **O que o PHP pode fazer?**, 2015. Disponível em: <[http://php.net/manual/pt\\_BR/intro-whatcando.php](http://php.net/manual/pt_BR/intro-whatcando.php)>. Acesso em: 22 de out. de 2018

PINTO, Pedro .**Top10 - Melhores editores de texto para programadores,**2016. Disponível em : Acesso em: 25 de out. de 2018

SAWYER, b., 2009. **Ben Sawyer on Games beyond entertainment : Observations, ideas, and Frameworks for Future Serious Games, Mit Media lab lecture.** Disponível em: <[www.media.mit.edu/events/movies/video.php?id=sawyer-2009-03-19](http://www.media.mit.edu/events/movies/video.php?id=sawyer-2009-03-19) >.Acessado em 25 de Out, 2018].

SUSI, T., Johannesson, M., Backlund, P.: **Serious Games – An Overview. Technical Report HS- IKI -TR-07-001.** School of Humanities and Informatics, University of Skövde, Sweden (2007)

SIMI. Disponível em: <<http://www.simi.org.br/noticia/Jogos-com-sensores-de-movimento-ajudam-no-tratamento-de-pacientes>>: Acessado em 23 de jun 2018

STAPLETON, A.J.: **Serious games: Serious opportunities. Proceedings of the 2004.Australian Game Developers' Conference, Melbourne.** Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Andrew\\_Stapleton/publication/228384342\\_Serious\\_games\\_Serious\\_opportunities/links/0f31752f7505603c5a000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andrew_Stapleton/publication/228384342_Serious_games_Serious_opportunities/links/0f31752f7505603c5a000000.pdf)>. Acesso em: 06 de Out, 2018.

SCHMITZ. Daniel . **Tudo que você queria saber sobre git e github mas tinha vergonha de perguntar.**2015.Disponível em: <<https://tableless.com.br/tudo-que-voce-queria-saber-sobre-git-e-github-mas-tinha-vergonha-de-perguntar/>>. Acessado em: 26 de out. de 2018

TOMORROWS DOCTORS. **Tomorrow's Doctors** :Disponível em:<[http://www.ub.edu/medicina\\_unitededucaciomedica/documentos/TomorrowsDoctors\\_2009.pdf](http://www.ub.edu/medicina_unitededucaciomedica/documentos/TomorrowsDoctors_2009.pdf)> Acessado em : 06 de Out,2018.

TECHTUDO. (2011). **Mapeamento em 3D ajuda a entender o corpo humano.**Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/biodigital-human.html>>. Acessado em 29 de Out, 2018.

UTTERBACK,Benjamin. **O que é o Bootstrap? – Verdades e mitos: Parte 1 de 2,** 2014 Disponível em:<<https://www.prestashop.com/pt/blog/o-que-e-o-bootstrap-verdades-e-mitos-parte-1-de-2> > .Acesso em: 26 de out. de 2018

VISIBLE BODY. (2018). **A word of anatomy and physiology visuals and reference text at your fingertips.** Disponível em: <[www.visiblebody.com](http://www.visiblebody.com)>. Acesso em 3 de Nov, 2018.

WEBGL.(2018).Disponível em: <<https://get.webgl.org>>. Acessado em 4 de Nov, 2018.

WANNEMACKER, Stefan de; VANDERCRUYSSER Sylke; CLAREBOUT, Geraldine; **Serious Games: The Challenge.** ed. Belgium:Springer,2011.

Wouters, P., Van der Spek, E.D., Van Oostendorp, H.: **Current practices in serious game research: a review from a learning outcomes perspective.** In: Connolly, T.M., Stansfield, M., Boyle, L. (eds.) **Games-based Learning Advancements for Multisensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices,** pp. 232–255. IGI Global, Hershey (2009)

WAMP.**Wampserver**,2018.Disponível em:<<http://www.wampserver.com/#download-wrapper>>Acesso em: 26 de out. de 2018.

WEBER.Raanan. **Desenvolvimento de jogos - babylon.js:Construindo um jogo básico para web.2015.**Disponível: <<https://msdn.microsoft.com/pt-br/magazine/mt595753.aspx>>.Acessado em:27 de Out, 2018.