

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

**KAROLINI RODRIGUES DA CONCEIÇÃO**

**MIGUEL ANTENOR DE OLIVEIRA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE ANATOMIA DO  
MEMBRO INFERIOR DO ESQUELETO HUMANO**

Araranguá, 08 de dezembro de 2016

KAROLINI RODRIGUES DA CONCEIÇÃO

MIGUEL ANTENOR DE OLIVEIRA

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE ANATOMIA DO  
MEMBRO INFERIOR DO ESQUELETO HUMANO

Trabalho 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, 08 de dezembro de 2016

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

Conceição , Karolini Rodrigues da  
Desenvolvimento de um jogo sério para o ensino de  
anatomia do membro inferior do esqueleto humano / Karolini  
Rodrigues da Conceição ; orientador, Robson Rodrigues  
Lemos - Araranguá, SC, 2016.  
69 p.

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

Inclui referências

1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2. Jogos  
Sérios . 3. Jogos sérios na saúde. 4. Ambientes virtuais  
de ensino de Anatomia . I. Rodrigues Lemos , Robson . II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Tecnologias da Informação e Comunicação. III. Título.

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

Oliveira , Miguel Antenor de  
Desenvolvimento de um jogo sério para o ensino de  
anatomia do membro inferior do esqueleto humano / Miguel  
Antenor de Oliveira ; orientador, Robson Rodrigues Lemos  
Araranguá, SC, 2016.  
69 p.

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

Inclui referências

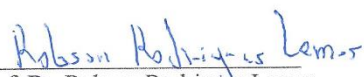
1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2. Jogos  
Sérios. 3. Jogos sérios na saúde. 4. Ambientes virtuais de  
ensino de Anatomia. I. Rodrigues Lemos, Robson. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Tecnologias da Informação e Comunicação. III. Título.

**KAROLINI RODRIGUES DA CONCEIÇÃO**

**MIGUEL ANTENOR DE OLIVEIRA**

**Título: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE ANATOMIA DO MEMBRO INFERIOR DO ESQUELETO HUMANO**

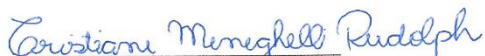
Trabalho de Curso submetido à Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação.



Prof. Dr. Robson Rodrigues Lemos  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patricia Jantsch Fiuza  
Examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Meneghelli Rudolph  
Examinadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

Araranguá, 08 de dezembro de 2016.

*“Dedico este trabalho a todos  
que me apoiaram e me incentivaram,  
em especial aos meus pais e amigos. À  
Miguel Antenor de Oliveira o qual divido  
este trabalho. ” Karolini Rodrigues da  
Conceição*

*Dedico este trabalho a todos  
que, de alguma maneira me apoiaram  
nessa caminhada, em especial aos  
meus pais e amigos. À minha colega  
Karolini Rodrigues da Conceição com  
quem divido este trabalho. ” Miguel  
Antenor de Oliveira*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço a todos os que me ajudaram na elaboração deste trabalho: Agradeço à Deus por me proporcionar força de vontade para o desenvolvimento deste trabalho. A todos meus familiares, e em especial aos meus pais José da Conceição e Gracelina Rodrigues que sempre acreditaram em mim e incentivaram nos estudos. Ao meu namorado Miguel Antenor de Oliveira e também meu parceiro de trabalho, sendo imprescindível para a conclusão deste. Ao meu amigo Jakson Lucas Campos que colaborou em alguns momentos para o desenvolvimento desse trabalho. Ao professor orientador Robson Rodrigues Lemos, que com dedicação nos apoiou e acreditou desde o início neste projeto. O apoio das professoras do Curso de Fisioterapia Mirieli Denardi Limana e Cristiane Meneghelli Rudolph da Universidade Federal de Santa Catarina que ajudaram para a concretização desse trabalho. “Karolini Rodrigues da Conceição ”*

*Agradeço a todos que me ajudaram ao longo desse trabalho, em especial aos meus pais Adriano de Oliveira e Adriana Pereira de Oliveira e meu primo Renato Pereira Carradore que sempre me apoiaram nessa jornada. À minha namorada e parceira de trabalho Karolini Rodrigues da Conceição. A todos os amigos que nos apoiaram, em especial ao Jakson Lucas Campos que nos auxiliou em momentos do desenvolvimento da aplicação. Ao professor orientador Robson Rodrigues Lemos pela orientação neste trabalho. As professoras Mirieli Denardi Limana e Cristiane Meneghelli Rudolph, do curso de Fisioterapia, pela ajuda dada para realização deste trabalho. “Miguel Antenor de Oliveira”*

*"O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim terás o que colher."*

**(Cora Coralina)**



## RESUMO

Com a tendência crescente no desenvolvimento de novas tecnologias educacionais, em particular no campo da saúde, como dar suporte em diagnósticos, visualização de informação de dados ou mesmo em ambientes virtuais que auxiliam na cirurgia, é possível encontrar grandes oportunidades de inovação na construção de técnicas eficientes de ensino e aprendizagem das ciências da saúde. O aumento exponencial nos cursos de graduação e pós-graduação em ciências da saúde requer materiais avançados para estudos na área. O uso de livros ou modelos anatômicos nem sempre são capazes de fornecer um realismo que são abordados por novos recursos tecnológicos. Neste contexto surge a necessidade de ferramentas que podem auxiliar no ensino e aprendizagem, a fim de qualificar os profissionais de saúde para o futuro. Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar um jogo sério para estudar a anatomia humana aplicando o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Para isso, foi desenvolvido um jogo sério composto por um ambiente de aprendizagem e interação usando a plataforma de desenvolvimento de jogos conhecida como Unity 3D. O jogo sério intitulado EducaAnatomia3D apresenta um ambiente de interação dividido em duas partes principais: a apresentação do conteúdo para o estudo da anatomia humana, com foco nos acidentes ósseos do membro inferior do esqueleto humano, e a fixação do conteúdo. Todas as fases de desenvolvimento do jogo sério contaram com a participação de especialistas em Anatomia Humana. A metodologia utilizada consiste em estudos bibliográficos e exploratórios. Na avaliação de usabilidade do EducaAnatomia3D foi realizado um estudo de caso com alunos da disciplina de Anatomia II do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Centro Araranguá. Para tal foi elaborado um questionário de satisfação, contendo 15 perguntas relacionadas a 5 fatores de usabilidade, e solicitado ao final do estudo de caso o preenchimento do questionário por parte dos alunos (n=23) e do professor. Com base nas respostas obtidas pode-se concluir que o jogo sério apresentou resultados satisfatórios como uma ferramenta para auxiliar no processo de aprendizagem de estudos de Anatomia. Além disso, algumas sugestões de melhoria foram propostas pelos alunos, as quais serão levadas em consideração em futuros projetos nesta área.

**Palavras-chave:** Jogos Sérios, Jogos sérios na saúde, Ambientes virtuais de ensino de Anatomia.

## **ABSTRACT**

With the growing trend in the development of new educational technology tools, particularly in the health field, such as providing support in diagnostics, visualization of data or even in virtual environments that aid in surgery, it is possible to find great opportunities for innovation in the construction of techniques for teaching and learning in the health sciences. The exponential increase in undergraduate and graduate courses in health sciences requires advanced materials for studies in the field. The use of books or anatomical models are not always able to provide a realism that are addressed by new technological resources. In this context, there is a need for tools that can aid in teaching and learning, in order to qualify health professionals for the future. Thus, the aim of this work was to present a serious game to study the human anatomy applying the use of Information and Communication Technologies (ICT). For that, a serious game was developed, composed of a learning and interaction environment using the game development platform known as Unity 3D. The serious game entitled EducaAnatomy3D presents an environment of interaction divided into two main parts: the presentation of the content for the study of human anatomy, focusing on the bone protrusions of the lower limb of the human skeleton, and the assimilation of the content. All stages of development of the serious game counted on the participation of specialists in Human Anatomy. The methodology used consists of bibliographic and exploratory studies. As a result, a satisfaction questionnaire was applied with the students of the discipline of Anatomy II of the Physiotherapy course at the Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). For this purpose, a satisfaction questionnaire was developed, containing 15 questions related to 5 usability factors, and asked at the end of the case study to complete the questionnaire by the students (n = 23) and the professor. Based on the answers obtained it can be concluded that the serious game presented satisfactory results as a tool to aid in the learning process of Human Anatomy studies. In addition, some suggestions for improvement have been proposed by the students which will be taken into account in future projects in this area.

**Keywords:** Serious games, Serious games in health, Virtual environments for teaching anatomy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As funções dos Jogos Sérios .....	22
Figura 2: (A) Jogos para o estudo da medicina, (B) Jogos utilizados em procedimentos de saúde.....	24
Figura 3: Tela principal do Biodigital Human. ....	26
Figura 4: Tela de Teste do Biodigital Human.....	26
Figura 5: BodyMaps. ....	27
Figura 6: O Blog “Anatomia, O melhor da Anatomia”. ....	28
Figura 7: Membro inferior do esqueleto humano. ....	30
Figura 8: Esquema dos Ossos do Quadril.....	31
Figura 9: Esquema dos Ossos da Coxa. ....	31
Figura 10: Esquema dos Ossos da Perna .....	32
Figura 11: Esquema dos Ossos do Pé .....	33
Figura 12: Metodologia do Projeto .....	35
Figura 13: Interface do Unity 3D para desenvolvimento de jogos. ....	37
Figura 14: Protótipo do modo de estudo. ....	38
Figura 15: Protótipo da interface de teste.....	39
Figura 16: Protótipo Interface de explicação para a interface de estudo .....	40
Figura 17: Protótipo da estratégia do jogo.....	41
Figura 18: Protótipo da apresentação dos resultados .....	41
Figura 19: Diagrama de Classes .....	43
Figura 20: Cálculo da Movimentação .....	44
Figura 21: Verificação de parada .....	45
Figura 22: Identificador de assunto .....	45
Figura 23: Inicia Questionário.....	46
Figura 24: Arquitetura da Interface do Jogo .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela com os Resultados do Questionário de Satisfação. ....	53
Tabela 2: Categoria Satisfação .....	54
Tabela 3: Categoria Controle que o Ambiente Proporciona.....	55
Tabela 4: Categoria Aprendizagem .....	56
Tabela 5: Categoria Eficiência.....	57
Tabela 6: Categoria Ajuda da Interface .....	57
Tabela 7: Média das Categorias.....	58

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**API** – Application Program Interface

**DGBL** – Digital Game-based Learning

**IDE** – Integrated Development Environment

**TIC** – Tecnologias da Informação e Comunicação

**UFSC** – Universidade Federal de Santa Catarina

**3D** – Tridimensional

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
1.1	Problemática e Justificativa	17
1.2	Objetivos	17
1.2.1	Objetivo geral	17
1.2.2	Objetivos específicos	18
1.3	Metodologia	18
1.4	Organização do trabalho	19
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>21</b>
2.1	Jogos Sérios	21
2.2	Jogos Sérios no Ensino	23
2.3	O Uso dos Jogos Sérios Aplicados a Saúde	23
2.4	Jogos Sérios para o Ensino de Anatomia	25
2.4.1	O Jogo “O humano biodigital”	25
2.4.2	O Jogo “Mapas do Corpo”	27
2.4.3	O Blog “Anatomia, O melhor da Anatomia”	27
<b>3</b>	<b>PROJETO DE UM JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE ANATOMIA DOS OSSOS DO MEMBRO INFERIOR HUMANO</b>	<b>29</b>
3.1	Ensino Tradicional da Anatomia do Membro Inferior do Esqueleto Humano	29
3.1.1	Ossos do Membro Inferior Humano	29
3.2	Metodologia para Projeto e Desenvolvimento de Jogos Sérios	33
3.3	Ambiente Adotado para Desenvolvimento do Jogo	36
3.4	Projeto do Conteúdo Pedagógico do Jogo	37
3.5	Projeto da Navegação e Interação do Jogo	40
3.6	Projeto de Estratégia do Jogo	40
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D</b>	<b>42</b>
4.1	Diagrama de Classes para o Jogo	42
4.2	Descrição das Principais Classes do Jogo	43

4.3	Descrição das Classes para Interação do Jogo .....	44
4.4	Principais Scripts Desenvolvidos.....	44
4.5	Arquitetura da Interface do Sistema .....	46
<b>5</b>	<b>PLANEJAMENTO DA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO JOGO SÉRIO</b>	
	<b>EducaAnatomia3D .....</b>	<b>48</b>
5.1	Técnicas de Avaliações de Jogos Educativos .....	48
5.2	Projeto da Avaliação de Usabilidade .....	49
5.3	Planejamento da Avaliação do Jogo SériO no Ambiente de Ensino....	50
5.4	Avaliação do Jogo no Ambiente de Ensino .....	50
<b>6</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>52</b>
6.1	Aplicação do Questionário de Satisfação .....	52
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXO I – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II .....</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> <b>(TCLE) .....</b>	<b>65</b>
	<b>ANEXO III – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO PARA O JOGO SÉRIO</b> <b>EducaAnatomia3D.....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, a disseminação da informação adquirida pelos avanços tecnológicos tornou as abordagens de conhecimentos mais complexas e conseqüentemente causaram uma mudança na forma de como as pessoas produzem a informação. Logo, o uso de jogos para treinar, aprender e executar atividades reais em ambientes realísticos pode melhorar o desempenho dos estudantes, pois possibilita a vivência de experiências de aprendizagem produzidas individualmente de acordo com o estilo do estudante. (SILVA, 2012 *apud* PRIKLADNICKI e WANGENHEIM, 2008, p.13).

Focando no âmbito da saúde se tem uma grande oportunidade no uso de jogos incorporados em disciplinas na área de anatomia, fisiologia, histologia, embriologia e neurofisiologia, servindo como um recurso facilitador para os estudantes. Desse modo, “através da combinação de modelos computacionais de estruturas anatômicas com software personalizado podemos ter alunos com novas formas de interagir com a anatomia que não poderia ser alcançado através do uso de imagens estáticas e diagramas.” (MA; BALE; REA, 2010, p. 45).

Desta forma, a utilização de jogos para o ensino se tornou oportuno, tendo em vista que contribui significativamente para a construção do ensino-aprendizado mais dinâmico. A aprendizagem baseada em jogos digitais é uma abordagem inovadora no domínio das universidades e está se tornando uma forma de conteúdo interativo, que merece ser explorada (SILVA, 2012 *apud* PIVEC, 2007, p.12).

Neste trabalho é apresentado um ambiente voltado para o ensino de anatomia dos ossos do membro inferior humano. Para tal, foi desenvolvido o jogo sério intitulado EducaAnatomia3D, que visa auxiliar no ensino dos estudantes da área da saúde. Em particular, o jogo apresenta um ambiente de ensino da anatomia do membro inferior do esqueleto humano possibilitando o estudo e interação de conceitos associados a aprendizagem a nível de ensino para cursos de graduação na área da saúde.



## **1.1 Problemática e Justificativa**

Com a rápida evolução das tecnologias, se tem uma grande oportunidade de inovação no projeto de ambientes para aprendizagem baseados em jogos. Especialmente na área da saúde, os recursos tecnológicos vêm avançando e consequentemente facilitando os procedimentos médicos. O aumento exponencial de cursos na área da saúde requer alternativas de materiais didáticos para estudos uma vez que só a utilização de materiais, como livros ou modelos anatômicos, nem sempre podem proporcionar ao estudante um realismo que os novos ambientes virtuais proporcionam.

Lecionar anatomia humana nos dias atuais, não é uma tarefa simples por vezes tornando-se uma disciplina enfadonha e cansativa uma que sua teoria envolve um grande número de termos anatômicos, linguagem essa que não pertence ao cotidiano do aluno, podendo levar a desistência. Desta forma, o objetivo deste trabalho é investigar o uso de jogos sérios em um ambiente de ensino para o estudo de anatomia fazendo uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Dentro deste contexto, o jogo abordará o conteúdo referente ao sistema esquelético com foco no membro inferior humano.

Portanto, identifica-se a seguinte pergunta de pesquisa: “Quais são os possíveis impactos do uso de jogos sérios em um ambiente de ensino para o estudo e aprendizagem da anatomia dos ossos do membro inferior humano?”

## **1.2 Objetivos**

Os objetivos deste trabalho encontram-se divididos em objetivo geral e objetivos específicos para um melhor entendimento.

### **1.2.1 Objetivo geral**

Investigar o uso de jogos sérios em um ambiente de ensino para o estudo e aprendizagem da anatomia dos ossos do membro inferior humano.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar os conceitos e metodologias a nível de ensino superior relacionadas ao ensino da anatomia dos ossos do membro inferior humano.
- Investigar a literatura de jogos sérios para o ensino da anatomia humana.
- Analisar a plataforma de desenvolvimento de jogos de computador conhecida como Unity 3D e suas Interfaces de Aplicação e Programação (*Application Program Interface* - API) para o desenvolvimento de um jogo sério.
- Desenvolver um ambiente de ensino e interação utilizando a abordagem de jogos sérios para o estudo de anatomia.
- Realizar a avaliação de usabilidade do ambiente de ensino através de estudos de caso em sala de aula.

### 1.3 Metodologia

Para Marconi e Lakatos (2010), a pesquisa é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais.

Para o desenvolvimento deste trabalho primeiramente foi aplicada a pesquisa bibliográfica. O levantamento bibliográfico foi utilizado, em sua maioria, para a elaboração da pesquisa, por meio de materiais didáticos, como livros, artigos científicos, e sites eletrônicos, pois, “a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir do material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet” (GIL, 2009 *apud* PEREIRA, 2012 p. 89).

Essa pesquisa também pode ser classificada como pesquisa exploratória:

A pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema com o intuito de torná-lo explícito ou de construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso. (GIL, 2009 *apud* PEREIRA, 2012 p. 89).

Para desenvolver o jogo EducaAnatomia3D adotou-se a metodologia Aprendizagem Baseada em Jogo Digital (do inglês *Digital Game-based Learning - DGBL*) (ZIN 2009), modelo este que facilita a superar problemas de aprendizagem.

Para a avaliação de usabilidade do jogo sério EducaAnatomia3D foi realizado um estudo de caso com alunos da disciplina de Anatomia II no curso de Fisioterapia da UFSC seguido da aplicação de um questionário de satisfação. Para a análise dos dados foi realizada uma análise descritiva.

#### **1.4 Organização do trabalho**

Este trabalho está estruturado em sete capítulos. Neste primeiro capítulo apresenta-se o projeto, a descrição do problema, objetivos gerais e específicos, a justificativa e as metodologias de pesquisa adotadas.

No segundo capítulo é desenvolvido o referencial teórico no qual a pesquisa se baseia. Para tal será observado uma série de subseções para a compreensão da pesquisa como: jogos sérios, jogos sérios no ensino superior, jogos sérios aplicados a saúde e jogos sérios para o ensino de anatomia.

O terceiro capítulo apresenta o projeto do jogo sério para o estudo de anatomia apresentando as abordagens sobre os ossos do membro inferior no ensino de anatomia e metodologias para o desenvolvimento do projeto. Além disso, apresenta o projeto do conteúdo pedagógico, projeto da navegação e o projeto de estratégia do jogo.

No quarto capítulo é realizada a descrição do desenvolvimento do jogo sério, contendo as principais classes e *scripts* desenvolvidos no jogo. E por fim, a arquitetura da interface do sistema.

No quinto capítulo apresenta-se a avaliação do jogo sério EducaAnatomia3D no ambiente de ensino, onde é descrito o planejamento da avaliação do jogo sério e a avaliação no ambiente de ensino.

O sexto capítulo é composto pela descrição dos resultados obtidos a partir da avaliação de usabilidade do jogo sério.

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

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica refere-se à fundamentação teórica do trabalho, que permite analisar, investigar e estruturar informações a respeito do tema para que seja capaz de produzir e sustentar a pesquisa desenvolvida. Neste capítulo são apresentados conceitos associados a jogos sérios, jogos sérios no ensino, além de descrever aspectos relacionados a utilização de jogos sérios para a saúde. Ao final são apresentados jogos sérios no ensino de anatomia.

### 2.1 Jogos Sérios

Ao longo dos anos, a demanda por jogos sérios tem sido crescente e conseqüentemente vem recebendo maior atenção. Jogos sérios são fortemente conectados com o termo “baseado em jogo de aprendizagem”, que descreve a aplicação de jogos para as competências de ensino e habilidades em uma área selecionada de conhecimento ou a aprendizagem informal durante um jogo. (FUCHSLOCHER *et al.*, 2010, p. 97).

Conforme destacam Deguirmendjian, Miranda e Mascarenhas (2016) os “jogos que possuem propósitos e conteúdo específicos são chamados *serious game* (jogo sério). Permitem apresentar situações novas, discutir melhores formas de resolução, além de possibilitar a construção de conhecimentos e treinamento. ”

Girard (2013 *apud* MARSH 2011, p. 63) afirma:

“Jogos sérios são jogos digitais, simulações, ambientes virtuais e realidade mista/meios que proporcionam oportunidades para se envolver em atividades ágeis através da narrativa/história, jogabilidade ou encontra a informar, influência, para o bem-estar, e/ou experiência para transmitir um significado.”

Aplicados em inúmeras áreas, atualmente vem ganhando destaque na educação, sendo utilizados tanto no ensino básico como no superior. Nesse contexto, segundo Silva (2012 *apud* MICHAEL e CHEN 2006, p. 29):

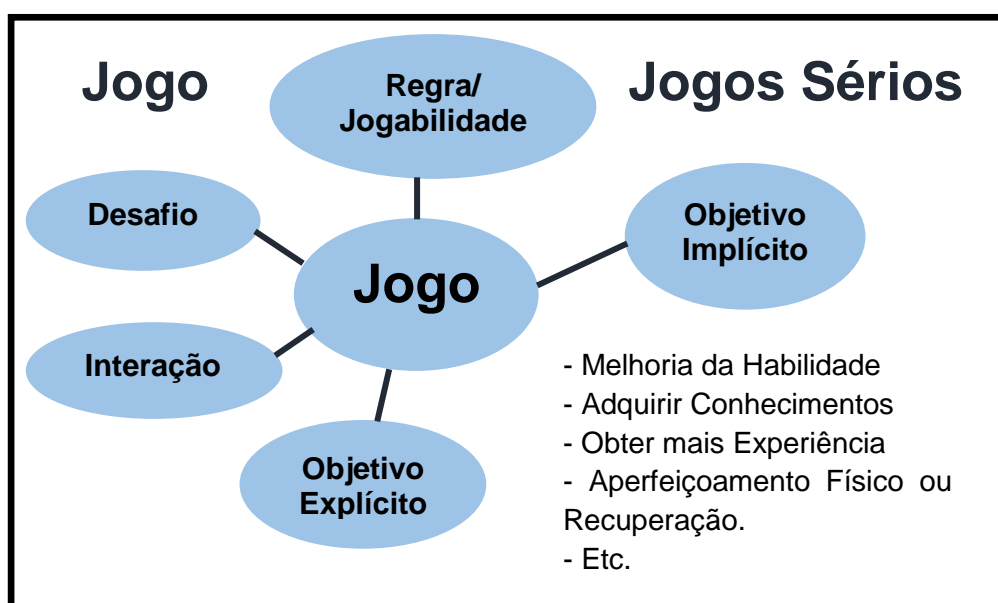
“Os jogos sérios oferecem um novo mecanismo para o ensino e para treinamento combinando jogos digitais com educação. Logo, jogos sérios podem ir além de vídeo-aulas e dos livros, permitindo aos

jogadores não apenas o aprendizado, mas também a demonstração e a aplicação dos conhecimentos aprendidos.”

Através dos jogos é possível despertar o desenvolvimento cognitivo, ampliando a capacidade, a autonomia e a produtividade do indivíduo. Ao fornecer um ambiente realista, a aprendizagem pode avançar para além de simplesmente aquisição de conhecimento para o desenvolvimento de habilidades necessárias para reconhecer, analisar, selecionar e aplicar o conhecimento (DARIEL, 2012 *apud* COOK *et al.*, 2010, p. 1571).

Para o desenvolvimento de qualquer jogo com qualidade é requerido um bom planejamento. Sabendo disso, os jogos sérios podem ser classificados por meio de cinco componentes diferentes como é apresentado na Figura 1.

Figura 1: As funções dos Jogos Sérios



Fonte: Adaptado de WATTANASOONTORN *et al.* (2013)

A Figura 1 apresenta as funções dos jogos sérios necessários no desenvolvimento de um jogo. Um jogo sério pode ser composto por cinco componentes: Regra ou jogabilidade: Componente que define as regras, ligando o jogador com o jogo; Desafio: São os níveis de dificuldade do jogo; Interação: representa a maneira como o dispositivo comunica-se com o jogo; Objetivo explícito: Relacionado a natureza do jogo; Objetivo Implícito: Inclui competências e habilidades para adquirir conhecimentos.

## 2.2 Jogos Sérios no Ensino

A utilização de jogos para fins educativos vem se tornando uma importante ferramenta para estimular as habilidades e capacidades do indivíduo. Segundo Pietruchinski *et al.* (2011, *apud* SÁ, TEIXEIRA e FERNANDES 2007, p. 2) “afirmam que o uso de jogos nas atividades de ensino possibilita oferecer ao aprendiz momentos lúdicos e interativos como etapas do processo de aprendizagem”.

Com o desenvolvimento de novas plataformas, novas configurações, muitas escolas estão aderindo ao uso de recursos tecnológicos, proporcionando que o ambiente educacional vá além do ensino tradicional e passe a funcionar dentro da informação. Os jogos educacionais apresentam recursos com estas características, as quais permitem aprimorar e facilitar a compreensão do conteúdo aplicado em sala de aula.

Conforme destacam Ricciard e Paolis (2014) “ao contrário de ambientes tradicionais de ensino onde o professor controla a aprendizagem (professor centrado), os jogos sérios apresentam uma abordagem centrada no aluno à educação no qual o candidato controla o processo de aprendizagem interativamente”.

Os jogos educacionais podem ser aplicados em diversas áreas de conhecimento. Especialmente no âmbito escolar, o uso de jogos que estimulem o raciocínio lógico está em ascensão, visto que proporcionam ao indivíduo maior aprendizado, habilidade, fixação de metas, desafio, entre outros benefícios que tornem a construção do conhecimento mais dinâmica. Atualmente muitos desses jogos são aplicados por universidades através de projetos, permitindo assim a inclusão das tecnologias no processo de ensino e aprendizado.

## 2.3 O Uso dos Jogos Sérios Aplicados a Saúde

Segundo a Organização Mundial de Saúde “define-se saúde em seu sentido mais amplo como um estado físico, mental e bem-estar social completo e não meramente a ausência de doença ou enfermidade” (WATTANASOONTORN *et al.*, 2013, p. 231).

A saúde sem dúvida é uma prioridade fundamental para a sociedade e cuidá-la se torna uma necessidade. Baseado nessa concepção, o desenvolvimento de novas tecnologias para auxiliar a saúde está crescendo rapidamente ao longo dos anos. A crescente demanda por profissionais nesta área faz com que os mecanismos de estudos se adequem visando principalmente evitar erros médicos.

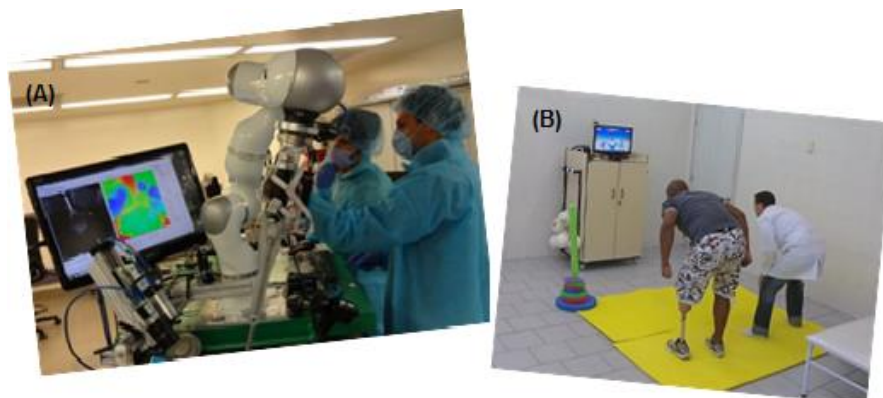
Especialmente na área da saúde, o uso de jogos sérios pode fornecer um meio adicional para aumentar o interesse na formação, educação e avaliação do desempenho do usuário. [...] (WATTANASOONTORN *et al.*, 2013, p. 231).

Estudos afirmam que tais aplicações facilitam o processo de aprendizagem formando profissionais mais preparados. O uso de modelos e simulações computacionais para cursos na área da saúde só tem a contribuir, visto que proporciona ambientes mais realistas e detalhados integrando o conhecimento existente à prática de um ambiente virtual.

Além disso, o uso de jogos pode contribuir tanto na formação profissional como também no tratamento dos pacientes, fazendo com que seja menos doloroso. “Por exemplo, distração, por meio de envolver pacientes com lesões de queimaduras em uma atividade de jogo virtual, tem mostrado reduzir significativamente a dor percebida durante a troca de curativo.” (FUCHSLOCHER *et al.*, 2010, p. 97).

Através das imagens apresentadas na Figura 1, verifica-se os benefícios e facilidade que o uso das tecnologias proporcionam, melhorando os resultados desejados. Na Figura 2 (A) é possível visualizar a utilização de aparelhos tecnológicos com ajuda de *softwares*. Na Figura 2 (B) é apresentado um jogo para prática de exercícios físicos em regiões do corpo que sofreram algum tipo de lesão.

Figura 2: (A) Jogos para o estudo da medicina, (B) Jogos utilizados em procedimentos de saúde.



Fonte (A): TecMundo (TECMUNDO, 2016), (B) Página da UOL. (UOL, 2016)



Contudo, é possível verificar os benefícios presentes ao se utilizar de ambientes tecnológicos que possibilitam projetar meios de estudos e resultados mais eficazes e consequentemente mais realistas, fazendo com que profissionais da área estejam bem mais preparados para lidar com a realidade profissional.

## **2.4 Jogos Sérios para o Ensino de Anatomia**

Em um conceito mais amplo, a Anatomia é a ciência que estuda, macro e microscopicamente, a constituição e o desenvolvimento dos seres organizados. (DANGELO, 2007).

Consequentemente, lecionar disciplinas no campo da saúde não é uma tarefa simples. Baseados em livros, diagramas, ou modelos anatômicos, podem resultar em reduzido interesse pelo conteúdo. Primeiramente, as imagens podem não mostrar tão perfeitamente todos os componentes do corpo humano. Além disso, podem não fornecer com precisão um realismo sobre o objeto estudado (MA; BALE; REA, 2010). A partir disso, o uso de ambientes virtuais se coloca como uma solução para esse problema.

Dentro do contexto de jogos didáticos para o ensino de anatomia tem-se diferentes plataformas que exploram esse conhecimento. Essas plataformas se caracterizam por permitir aos usuários um ambiente atrativo e com recursos que apresentem o conhecimento de anatomia mais realista possível. Além disso, exploram as informações utilizando imagens, links, vídeos entre outros recursos. A seguir são apresentadas algumas plataformas que exploram o estudo de anatomia.

### **2.4.1 O Jogo “O humano biodigital ”**

O jogo “O Humano Digital” (em inglês *Biodigital Human*) (BIODIGITAL, 2016) é uma plataforma de publicação para a visualização interativa da anatomia humana e seus sistemas em 3D. A plataforma é disponibilizada na língua inglesa, e ajuda aos usuários a ter uma compreensão mais detalhada do corpo humano. Com um ambiente completo

permite o estudo da anatomia através de imagens, tutoriais, links, textos e questionários como é apresentado na Figura 3. Seu funcionamento consiste na seleção de uma região, onde será apresentada uma magnificação da região de estudo em particular e um texto geral definindo a região selecionada. Além do texto de descrição geral, o usuário conta com mais informações a respeito da região selecionada através de um link, o qual possibilita o acesso a uma janela contendo informações detalhadas sobre a região do corpo selecionada.

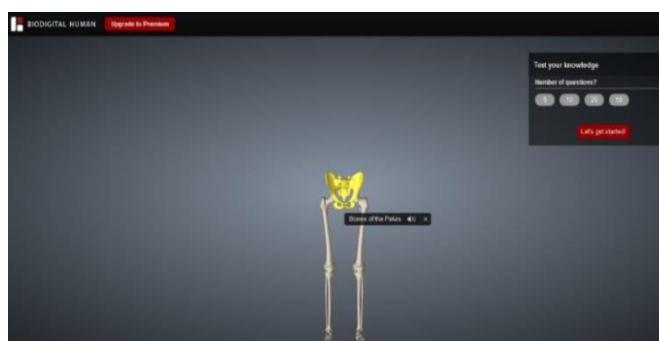
Figura 3: Tela principal do Biodigital Human.



Fonte: (BIODIGITAL, 2016).

A fase de teste do ambiente é representada por questionários como é apresentado na Figura 4. Ao selecionar os questionários, o usuário tem a opção de escolher quantas questões deseja responder. A plataforma já disponibiliza quatro opções com quantidades de perguntas definidas. Após a escolha, é apresentada a pergunta referente ao objeto 3D selecionado representando a anatomia humana. Se o usuário errar a resposta é mostrada a opção correta.

Figura 4: Tela de Teste do Biodigital Human



Fonte: (BIODIGITAL, 2016).

### 2.4.2 O Jogo “Mapas do Corpo”

O Jogo “Mapas do Corpo” (*BodyMaps*) (BODYMAPS, 2016) é uma ferramenta de busca visual interativa que permite aos usuários explorarem o corpo humano em 3D como é apresentado na Figura 5. Esta ferramenta permite ao usuário estudar as camadas da anatomia humana, sistemas e órgãos de forma detalhada. Além disso, oferece a visualização de músculos, ossos, veias e órgãos, bem como localização, funções do corpo e emoções. Seu funcionamento consiste em selecionar o nome da região desejada, apresentando aos usuários um texto com as informações e imagens de diferentes visualizações da região selecionada.

Figura 5: BodyMaps.



Fonte: (BODYMAPS, 2016).

### 2.4.3 O Blog “Anatomia, O melhor da Anatomia”

Diferentemente das duas plataformas apresentadas anteriormente, o blog “anatomia, o melhor da anatomia” explora os estudos dos sistemas apresentando conteúdos e imagens na língua portuguesa como é apresentado na Figura 6. Seu ambiente é simples e se caracteriza por postagens referentes aos conteúdos anatômicos e jogos referente ao conteúdo apresentado. O jogo permite escolher duas opções: jogos teóricos e jogos práticos. Ao escolher uma das opções a plataforma direciona os usuários para uma outra página com o cenário inicial do jogo. As questões

do jogo são objetivas e ao final do questionário são apresentadas as quantidades de acertos e erros ao usuário.

Figura 6: O Blog “Anatomia, O melhor da Anatomia”.



Fonte: (BLOG ANATOMIA, 2016).

Do ponto de vista geral, “O Humano Digital” (Biodigital Human) (BIODIGITAL, 2016), o “Mapas do Corpo” (BodyMaps) (BODYMAPS, 2016) e o blog “anatomia, o melhor da anatomia” (BLOG ANATOMIA, 2016), são ambientes virtuais bastante completos para o estudo de anatomia. No caso do objeto deste estudo, procura-se explorar um ambiente virtual com características lúdicas para auxiliar na motivação e imersão dos alunos durante o estudo e aprendizagem de anatomia. O diferencial reside no fato que o conteúdo e questões apresentadas no jogo sério EducaAnatomia3D são similares ao conteúdo tipicamente abordado em uma disciplina de anatomia para cursos de graduação na área da saúde, apresentando de forma específica os acidentes ósseos encontrados nos ossos que compõem o membro inferior.

### **3 PROJETO DE UM JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE ANATOMIA DOS OSSOS DO MEMBRO INFERIOR HUMANO**

Neste capítulo é apresentado o projeto de um jogo sério para o ensino de anatomia dos ossos do membro inferior humano. Dentro deste contexto, será apresentado o projeto do conteúdo pedagógico, projeto de navegação e a estratégia para desenvolvimento do jogo.

#### **3.1 Ensino Tradicional da Anatomia do Membro Inferior do Esqueleto Humano**

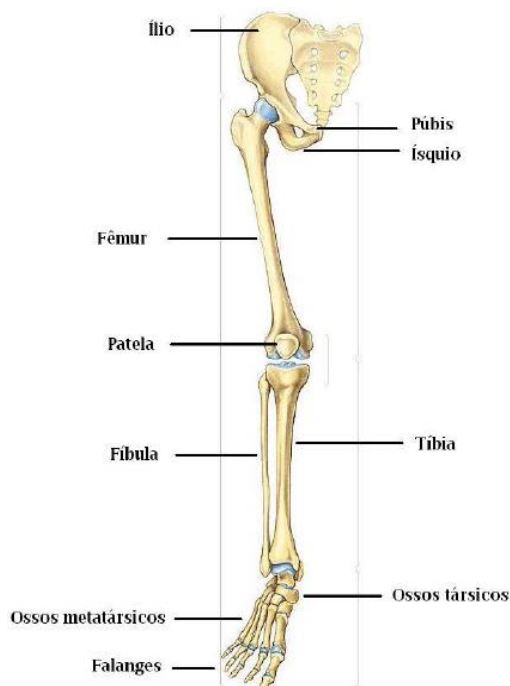
Em resumo, a anatomia estuda as estruturas do corpo humano em geral. (DUARTE, 2009). Especificamente, o estudo do membro inferior do esqueleto humano é abordado na disciplina de anatomia dos cursos de graduação e pós-graduação em saúde, na qual são apresentadas todas as características relativas ao membro inferior humano. Os membros inferiores são extensões do tronco especializadas para sustentação do peso do corpo, locomoção (a capacidade de se deslocar de um lugar para outro) e manutenção do equilíbrio. (MOORE *et al.*, 2014).

Para o presente trabalho é abordado o estudo sobre os ossos do membro inferior do esqueleto humano.

##### **3.1.1 Ossos do Membro Inferior Humano**

A estrutura do membro inferior humano é composta por 31 ossos formando duas regiões distintas: cingulo do membro inferior e parte livre do membro inferior. Os ossos do quadril são formados pelo Ílio, Púbis e Ísquio e representam a região do cingulo do membro inferior. A parte livre do membro inferior é composta pelos Fêmur, Patela, Fíbula, Tíbia e os ossos dos pés (tarso, metatarso e falange) (DANGELO e FATTINI, 2007), conforme é apresentado na Figura 7.

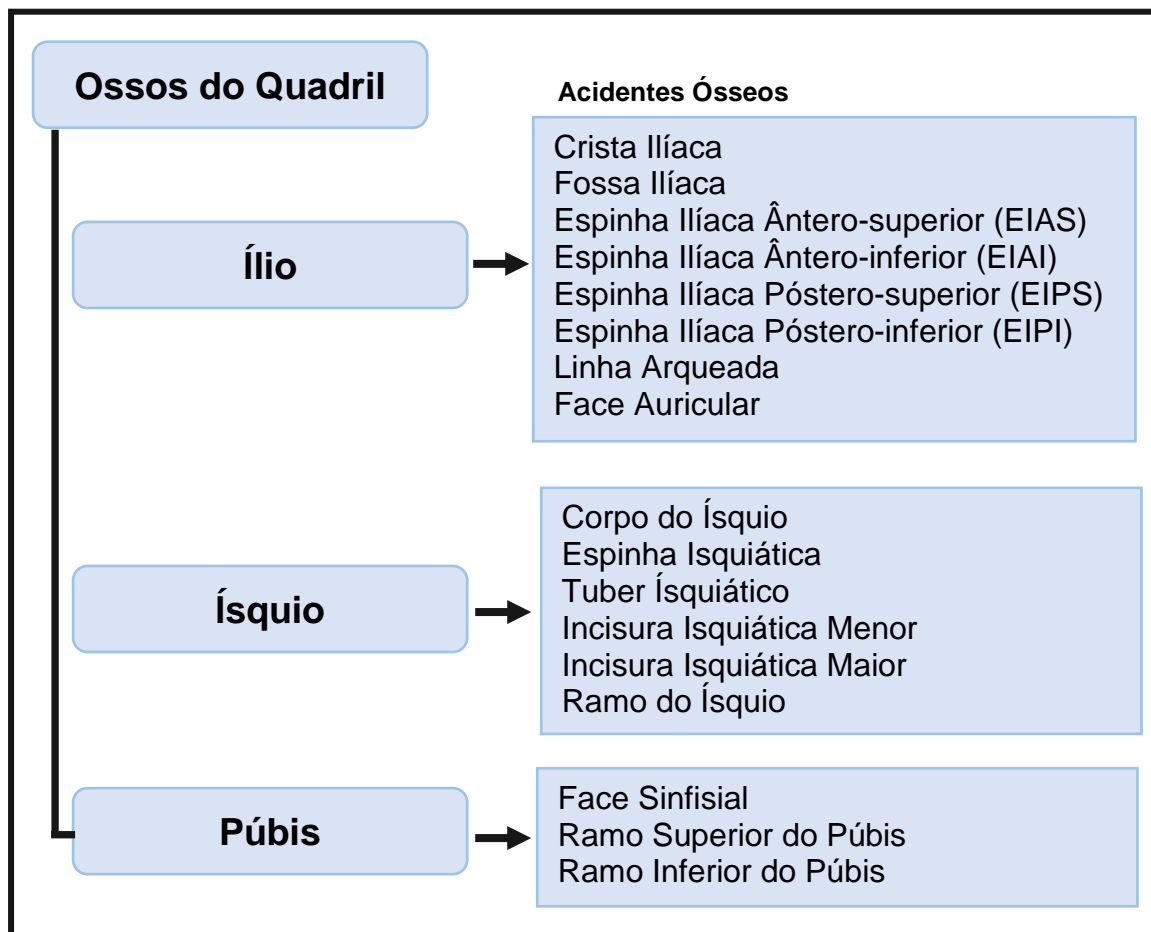
Figura 7: Membro inferior do esqueleto humano.



Fonte: (DANGELO e FATTINI, 2007).

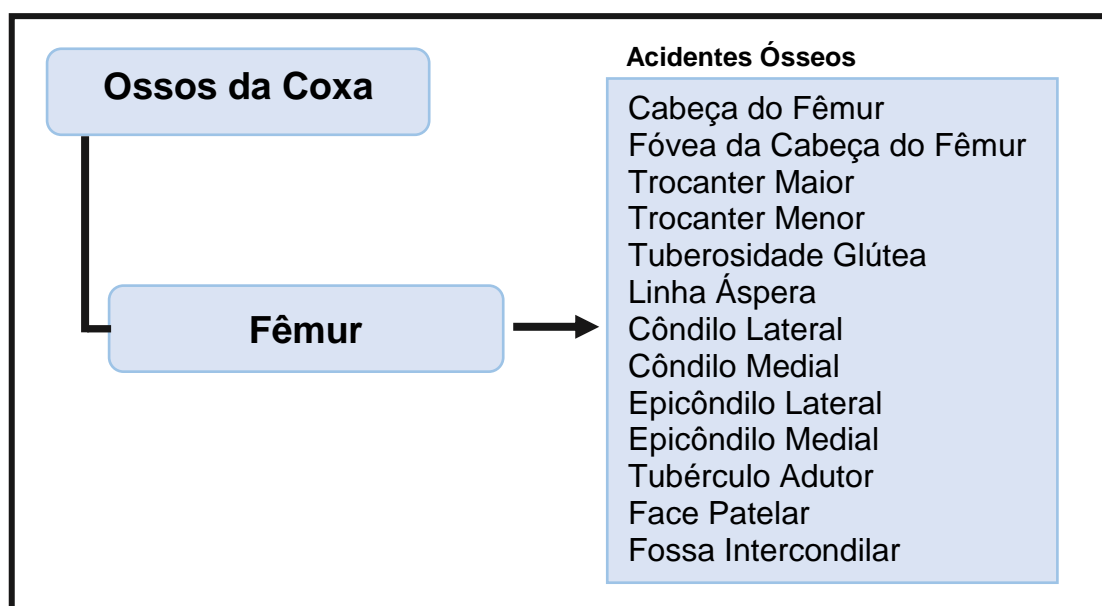
Como representação geral sobre o estudo dos ossos do membro inferior, as Figuras 8, 9, 10 e 11 apresentam os ossos do quadril, da coxa, perna e pé do membro inferior humano, bem como seus respectivos acidentes ósseos. A apresentação de depressões ou marcas nos ossos são chamadas de acidentes ósseos, que permitem a inserção dos músculos. Dentro do contexto da anatomia humana, os conceitos associados aos acidentes ósseos apresentam um papel fundamental para o entendimento da função e estrutura do membro inferior.

Figura 8: Esquema dos Ossos do Quadril.



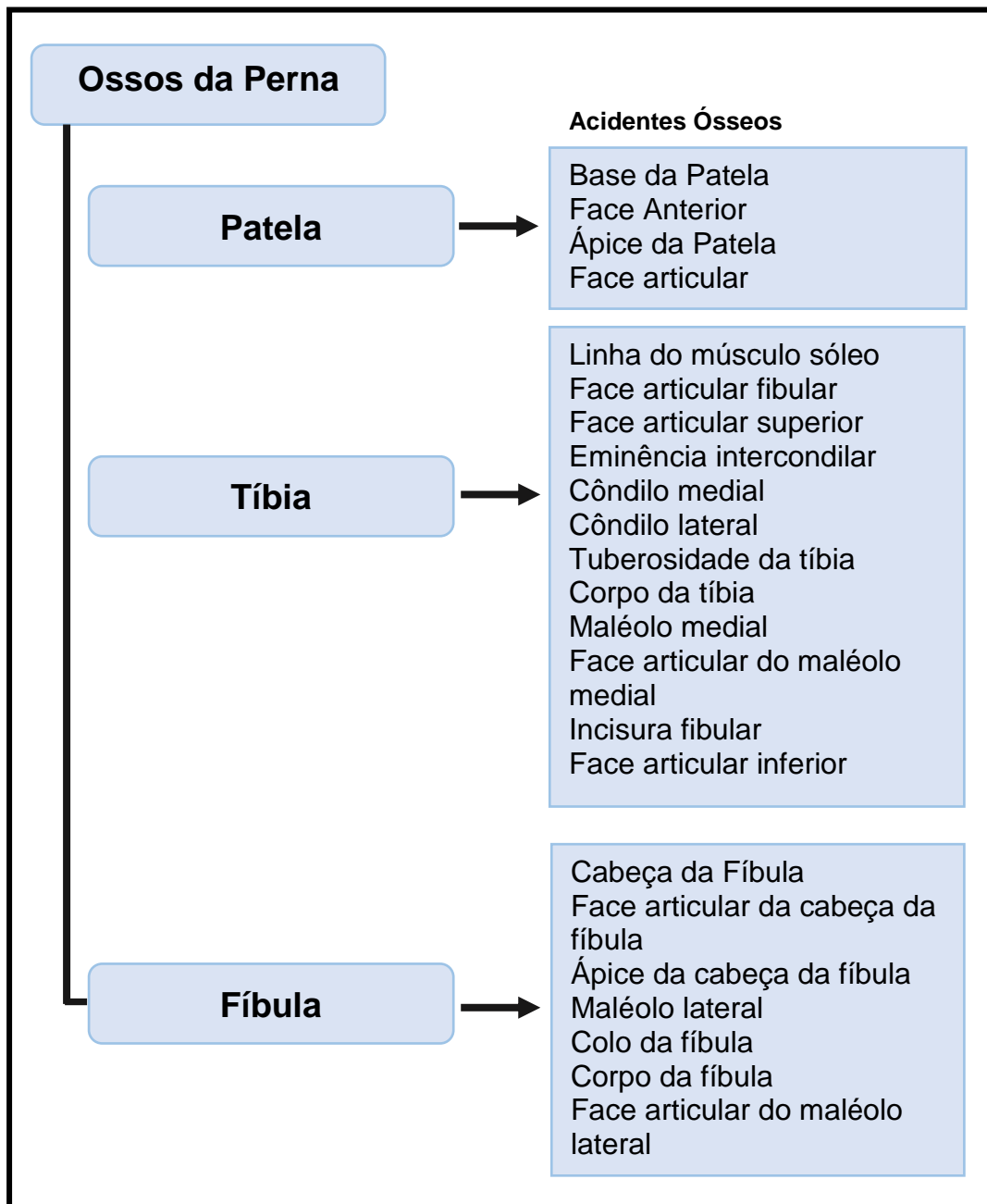
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 9: Esquema dos Ossos da Coxa.



Fonte: Elaborado pelos autores.

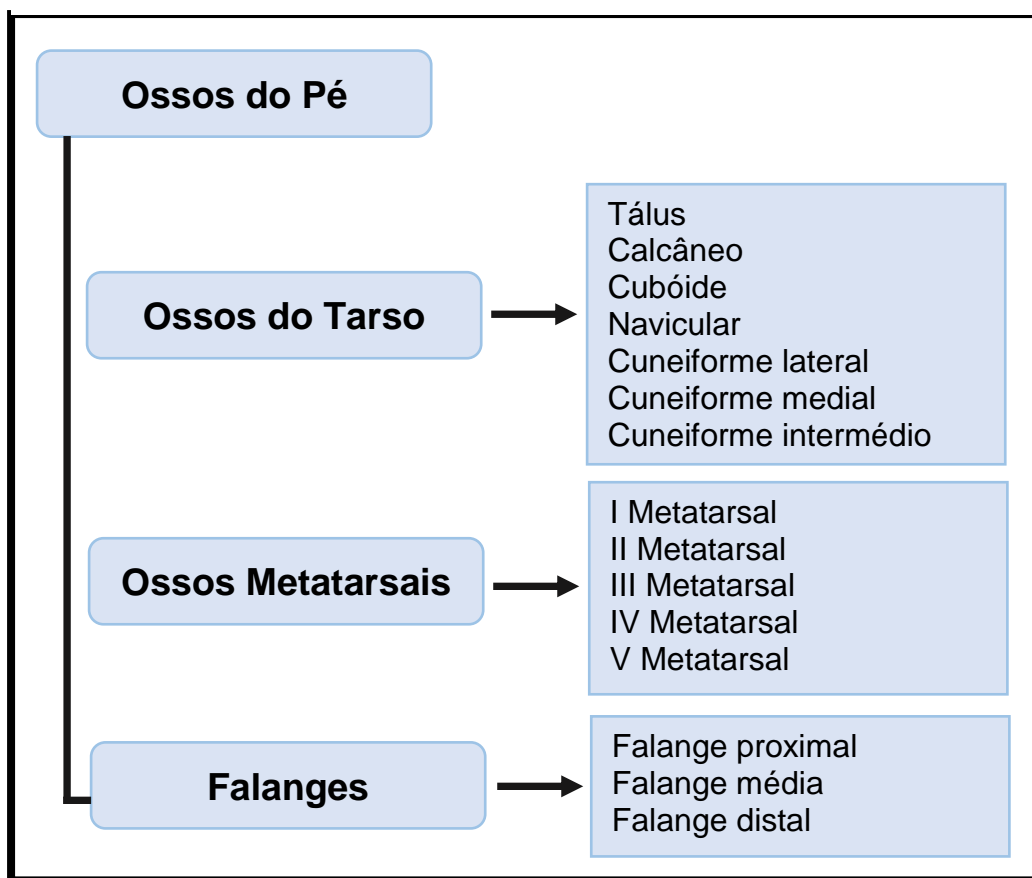
Figura 10: Esquema dos Ossos da Perna



Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 11: Esquema dos Ossos do Pé



Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.2 Metodologia para Projeto e Desenvolvimento de Jogos Sérios

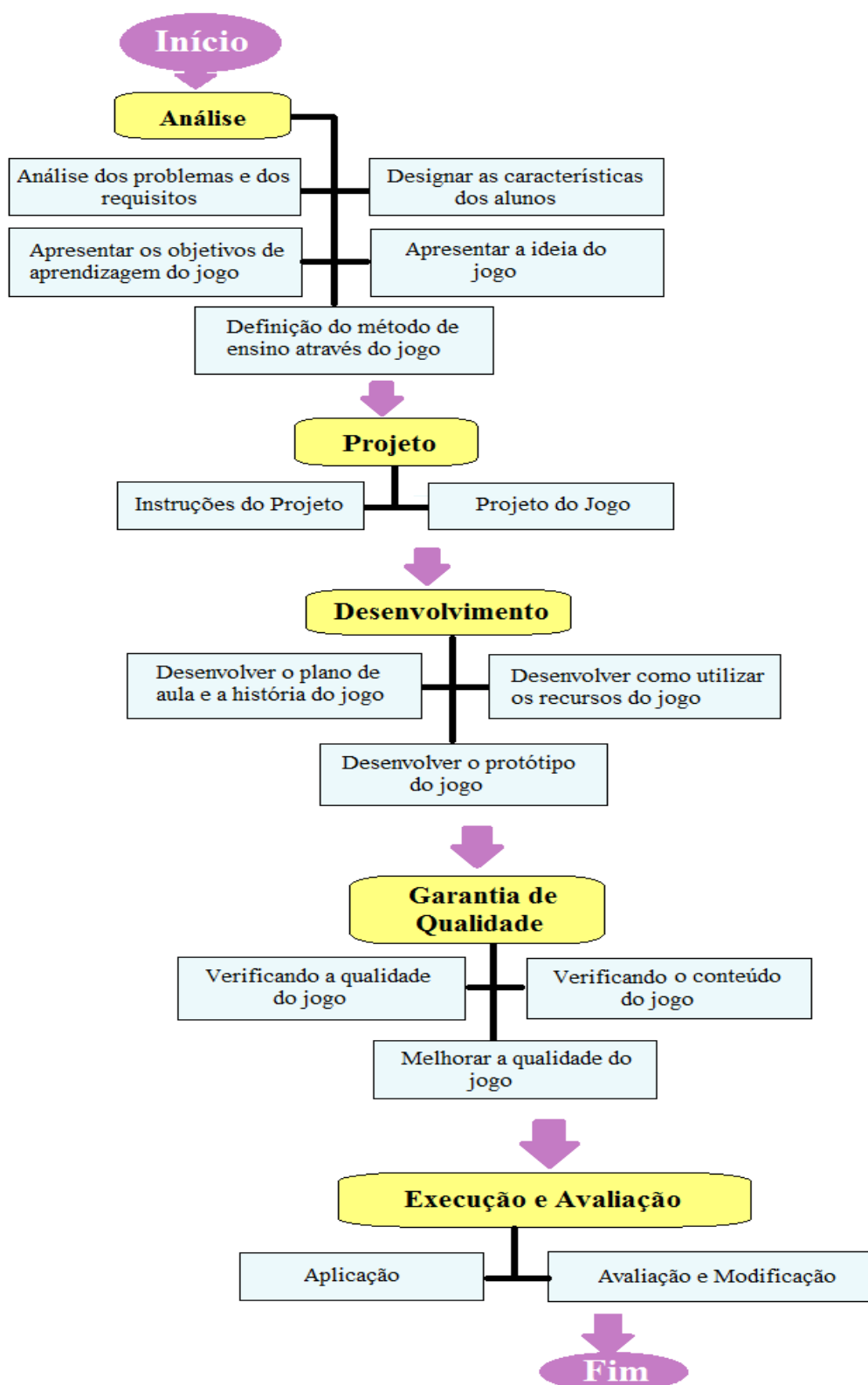
Para o desenvolvimento do projeto adotou-se a metodologia Aprendizagem Baseada em Jogo Digital (do inglês *Digital Game-based Learning - DGBL*) (ZIN 2009), que segundo a literatura, ajuda a superar problemas de aprendizagem.

DGBL é um paradigma que utiliza o jogo como um meio para transmitir os conteúdos de aprendizagem, é centrado em explorar o poder de jogos de computador para cativar e envolver os usuários para uma finalidade específica, tal como para desenvolver novos conhecimentos e habilidades. (ZIN; JAAFAR; YUE, 2009)

O modelo DGBL (ZIN 2009) possui cinco fases: Análise; Concepção; Desenvolvimento; Garantia de qualidade; Implementação e Avaliação, conforme é apresentado na Figura 12. Para o desenvolvimento do jogo EducaAnatomia3D observou-se as cinco fases do modelo:

- **Análise:** Consiste na identificação dos requisitos e objetivos. Após os objetivos serem definidos, é possível apresentar as características dos alunos, bem como o objetivo do jogo.
- **Projeto:** Fase em que se inicia o projeto do jogo, sendo possível definir os passos a serem utilizados para a construção do desenvolvimento do jogo.
- **Desenvolvimento:** Fase responsável pela definição do plano de aula e da história do jogo, entre outros recursos necessários para o desenvolvimento do jogo.
- **Garantia de qualidade:** Fase responsável por garantir a qualidade do jogo e do conteúdo pedagógico do jogo. Para garantir essa fase no jogo EducaAnatomia3D, o conteúdo utilizado foi adquirido através de entrevistas com professoras do curso de Fisioterapia, que disponibilizaram seus materiais e forneceram explicações com base na experiência de ensino da disciplina de Anatomia no ensino superior.
- **Execução e avaliação:** Última fase, sendo responsável pela execução do jogo, aplicação e avaliação, para que se possa ter um retorno do jogo por parte dos usuários.

Figura 12: Metodologia do Projeto



Fonte: Fluxograma baseado na metodologia de desenvolvimento DBGL (Aprendizagem baseada em jogo digital) (ZIN, 2009).

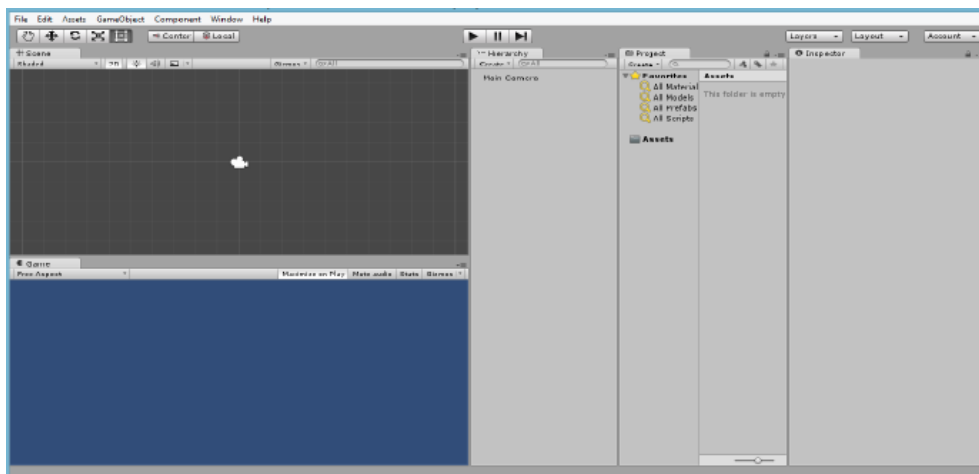
### 3.3 Ambiente Adotado para Desenvolvimento do Jogo

Para desenvolvimento do jogo sério adotou-se o Unity 3D, na sua versão 5.3.4, por causa da familiaridade dos autores com esta ferramenta e por apresentar a funcionalidade desejável para o projeto de um jogo sério. O Unity 3D é uma plataforma de desenvolvimento flexível e eficiente, utilizada para a criação de jogos 2D e 3D para experiências interativas. Conta com suporte para multi-plataforma trabalhando com Windows, Linux, Android, dentre outros e conta com um *Asset Store*, o qual é uma loja virtual do Unity 3D, que disponibiliza modelos gratuitos e pagos, com milhares de recursos e ferramentas de produção. A empresa *Unity Technologies*, responsável pela criação do Unity 3D revolucionou a indústria dos jogos com sua plataforma. Ela foi criada com a visão de democratizar o desenvolvimento dos jogos, onde faz com que o desenvolvimento de jogos de sucesso seja cada vez mais fácil. (UNITY TECHNOLOGIES, 2005).

A Unity já alcançou cerca de 600 milhões de jogadores no mundo inteiro através de jogos feitos com seus mecanismos e agora está expandindo suas tecnologias trabalhando e inovando para o mercado de jogos para dispositivos móveis. Sem dúvida é o principal *software* de desenvolvimento de jogos de nível global. Mais jogos são feitos com Unity do que qualquer outra tecnologia de jogos. Mais jogadores aproveitam jogos feitos com a plataforma e mais desenvolvedores confiam nas ferramentas e serviços da mesma para elevarem seus negócios (UNITY TECHNOLOGIES, 2005).

A plataforma Unity permite o desenvolvimento de jogos através de sua interface gráfica e através da elaboração de *scripts* (uma linguagem de programação simples) para definição do comportamento do jogo. Para desenvolvimento dos *scripts* utilizados no projeto, é utilizada a ferramenta MonoDevelop. A MonoDevelop é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE em inglês *Integrated Development Environment*), fornecido com o Unity. Esta ferramenta combina o funcionamento da família de um editor de texto com recursos adicionais para a depuração e outras tarefas. Conta com suporte às linguagens de programação C#, Boo, Java, Nemerle, Visual Basic .NET entre outros. Neste trabalho foi utilizada a linguagem de programação C#. (UNITY TECHNOLOGIES, 2005).

Figura 13: Interface do Unity 3D para desenvolvimento de jogos.



Fonte: Software Unity 3D.

### 3.4 Projeto do Conteúdo Pedagógico do Jogo

A elaboração do material para a construção do jogo foi desenvolvida visando criar uma estrutura das informações necessárias a serem trabalhadas ao longo do jogo. Para essa construção, o conteúdo pedagógico utilizado no jogo foi adquirido através de entrevistas com as professoras do Curso de Fisioterapia Miriele Denardi Limana e Cristiane Meneghelli Rudolph da Universidade Federal de Santa Catarina, que disponibilizaram seus materiais e explicações referente a estrutura definida com base na sua experiência na disciplina de Anatomia. Dessa forma, a disciplina de graduação de anatomia foi escolhida como tema a ser abordado no jogo. Como o conteúdo da disciplina consiste em um grande volume de informação, o jogo abordado neste estudo apresenta um ambiente de ensino e fixação do conteúdo sobre os ossos do membro inferior do esqueleto humano.

O intuito do conteúdo pedagógico é proporcionar aos alunos um novo ambiente de ensino, sendo este capaz de motivá-los no processo de aprendizagem. O projeto do ambiente do modo de apresentação do conteúdo de estudo do jogo propiciará aos usuários explicações a respeito das estruturas para cada região do membro inferior, suas funções e sua localização, além de apresentar características associadas aos

acidentes ósseos. Além disso, a possibilidade de rotação, ampliação e a seleção do objeto desejado no ambiente 3D.

O protótipo da apresentação do conteúdo apresentado na Figura 14, possibilita a visualização do objeto 3D representado pelo esqueleto do membro inferior centrado no ambiente, além de identificar outros recursos presentes nessa interface, como: (A) Menu contendo os nomes dos respectivos objetos 3D da representação do esqueleto do membro inferior de uma forma hierárquica; (B) Conteúdo referente ao osso selecionado; (C) Botões de controle, permitindo ao usuário a possibilidade de rotação, ampliação e a seleção do objeto desejado no ambiente 3D, bem como botões para navegação entre as fases do jogo sério.

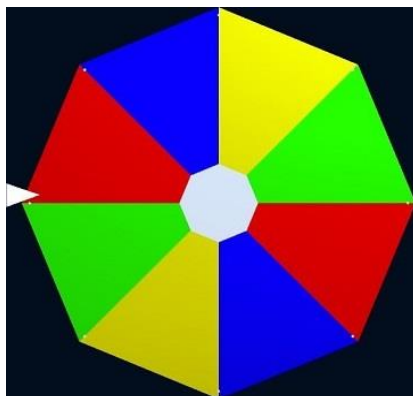
Figura 14: Protótipo do modo de estudo.



Fonte: Projeto do Jogo EducaAnatomia3D, elaborada pelos autores.

Após a fase de apresentação do conteúdo de estudo o usuário poderá testar seus conhecimentos respondendo a questionários na fase de fixação do conteúdo. Para a realização deste, o jogo levará o usuário a uma interface na qual será apresentada uma roleta para sorteio de uma região alvo do membro inferior, conforme é apresentada na Figura 15. O usuário poderá girar a roleta através da movimentação do dispositivo de apontamento (i.e., mouse) no qual o deslocamento do mouse é utilizado como um estímulo inicial para um algoritmo baseado em força que resulta na movimentação da roleta. Desta forma, a partir do estímulo inicial a roleta irá girar. Quando a roleta parar, a região posicionada na seta branca corresponderá ao assunto selecionado de acordo com a legenda (Azul: Ossos do quadril; Amarelo: Osso da coxa; Verde: Ossos da perna; Vermelho: Ossos do pé).

Figura 15: Protótipo da interface de teste.



Fonte: Projeto do Jogo EducaAnatomia3D, elaborada pelos autores.

As perguntas são itens chaves para propor desafios no jogo. Na formulação dos questionários utilizou-se as informações presentes na apresentação do conteúdo. Para cada assunto expresso por uma cor da roleta são apresentadas cinco perguntas selecionadas de uma forma randômica a partir de uma base de dados com quinze questões para cada assunto. Assim, a cada rodada do jogo as perguntas não seguem a mesma sequência, o que propõe um certo desafio aos usuários.

A composição dos questionários apresenta cinco categorias de perguntas, na qual para cada região sorteada os seguintes tipos de perguntas podem aparecer:

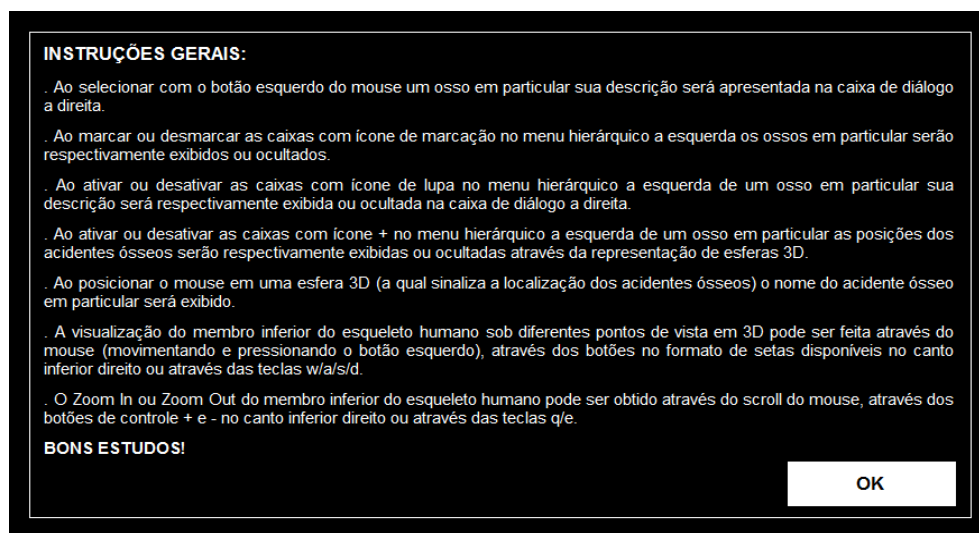
- Selecionar o nome do osso que está sendo apresentado na interface;
- Ao ser mostrado um osso, deverá ser selecionada a descrição correta sobre o mesmo;
- Ao ser apresentado um nome do osso deverá ser selecionado o objeto 3D correspondente;
- Ao ser apresentado uma descrição do osso deverá ser selecionado o objeto 3D correspondente;
- Ao ser apresentado uma descrição sobre um osso deverá ser selecionada uma das seguintes opções: Verdadeiro ou Falso.

### 3.5 Projeto da Navegação e Interação do Jogo

Como regra geral para obtenção de um jogo com qualidade, é de suma importância que o jogo proporcione uma boa interação com o usuário. Com isso, adicionar ao jogo funcionalidades para o esclarecimento e condução dos recursos que o mesmo oferece, facilita a compreensão e navegação por parte dos usuários. Dentro deste contexto, o JogoEducaAnatomia3D tem como um dos seus objetivos fornecer interfaces explicativas ao longo do jogo sobre os recursos oferecidos aos usuários.

Afim de facilitar a interação do usuário com o jogo, a interface explicativa no jogo EducaAnatomia3D apresenta uma caixa de mensagem contendo explicações sobre as principais funcionalidades do jogo conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16: Protótipo Interface de explicação para a interface de estudo



Fonte: Projeto do Jogo EducaAnatomia3D, elaborada pelos autores.

### 3.6 Projeto de Estratégia do Jogo

A interface do modo de fixação do conteúdo apresenta um questionário formado por perguntas objetivas tendo cinco alternativas, contendo somente uma alternativa correta. Afim de propor um desafio, para responder à cada pergunta será apresentado ao usuário um tempo determinado através de um contador numérico do tipo contagem



regressiva posicionado no canto direito superior da interface, conforme apresentado na Figura 17.

Figura 17: Protótipo da estratégia do jogo.



Fonte: Projeto do Jogo EducaAnatomia3D, elaborada pelos autores.

Outro recurso presente no jogo é a apresentação dos resultados dos acertos e erros referente as questões respondidas, assim como as porcentagens e indicações das questões respondidas corretamente e incorretamente.

Figura 18: Protótipo da apresentação dos resultados



Fonte: Projeto do Jogo EducaAnatomia3D, elaborada pelos autores.

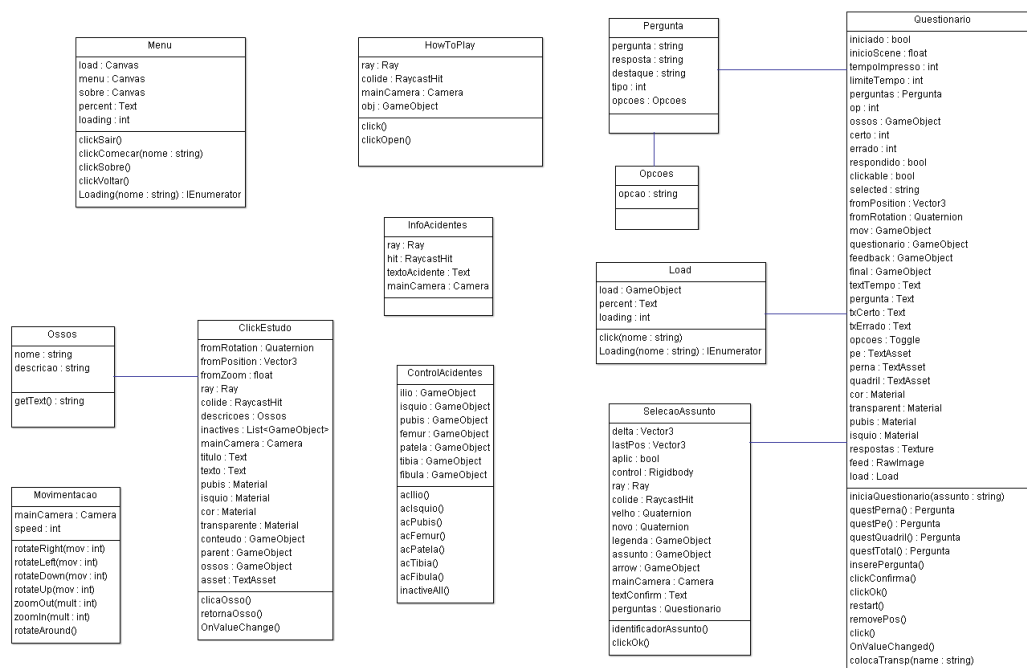
## 4 DESENVOLVIMENTO DO JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D

Neste capítulo são apresentadas as principais etapas para o desenvolvimento do jogo sério intitulado EducaAnatomia3D para o estudo do membro inferior do esqueleto humano. Dentro deste contexto é apresentada a descrição das principais classes desenvolvidas para o jogo, bem como os principais *scripts* utilizados na implementação da personalização dos elementos do jogo. E por fim, é apresentada a arquitetura da interface do sistema.

### 4.1 Diagrama de Classes para o Jogo

O diagrama de classe do Jogo EducaAnatomia3D apresenta as classes do jogo, bem como os atributos e métodos necessários para o funcionamento do jogo. As classes foram criadas com base nas três cenas presentes no jogo. Os seguintes nomes representam as classes presentes em cada cena: Cena 1 (Menu), Cena 2 (Ossos, Movimentação, ClickEstudo), Cena 3 (Pergunta, Opções, Load, Questionários, SeleçãoAssunto) conforme é apresentado na Figura 19.

Figura 19: Diagrama de Classes



Fonte: Elaborada pelos autores.

## 4.2 Descrição das Principais Classes do Jogo

As principais classes do jogo EducaAnatomia3D apresentam toda estrutura presente para o desenvolvimento do jogo, na qual é representada por três cenas e suas respectivas classes:

- Cena 1: Responsável pela apresentação do menu do jogo representada pela classe "Menu".
- Cena 2: Apresenta as classes que permitem controlar o ambiente de estudo do membro inferior, representadas pelas classes "Ossos", "GetJson", "Movimentação", "ClickEstudo", "Follow" e "ControlAcidentes" que servem para o controle da movimentação do objeto 3D em geral. Para o controle dos menus além das classes previamente descritas temos a "HowToPlay" e "Load".
- Cena 3: Apresenta as classes responsáveis por gerar a interface de fixação do conteúdo para o controle da rotação da roleta e seleção do assunto a classe "SeleçãoAssunto" e seguindo para a geração das perguntas as classes "Pergunta", "Opcoes", "GetJson" e "Questionários". Para a transição entre cenas usou-se a "Load".

### 4.3 Descrição das Classes para Interação do Jogo

As classes de interação presentes no jogo foram desenvolvidas a partir da API disponível na própria plataforma Unity, através de recursos que possibilitam a utilização de *scripts* que permitem controlar comportamentos necessários para o funcionamento do jogo. Para isso, as seguintes classes foram desenvolvidas: “ClickEstudo”, “Movimentacao”, “SelecaoAssunto”, “Questionario”, “Menu”, “Load”, “Follow”.

### 4.4 Principais Scripts Desenvolvidos

Os principais *scripts* desenvolvidos no jogo incluem os responsáveis pela geração da fase de fixação do conteúdo, no qual é representado pelos *scripts* da movimentação da roleta e posteriormente os *scripts* que geram as perguntas presentes no jogo.

Os *scripts* responsáveis pela movimentação da roleta consistem no cálculo e aplicação da força para a roleta, se dividindo em duas partes, uma representada por calcular e gerar a rotação, e a outra para verificar o momento em que ocorreu a parada.

Conforme é apresentado na Figura 20, o *script* calcula a movimentação e velocidade com que o mouse se move na tela quando o botão esquerdo do mouse é pressionado, e após o botão ser liberado aplica a força através da função *AddTorque* que gera uma rotação com perda de força conforme o movimento ocorre.

Figura 20: Cálculo da Movimentação

```
if (Input.GetMouseButtonDown(0) && !aplic){
    lastPos = Input.mousePosition;
}else if (Input.GetMouseButton(0) && !aplic){

    delta = Input.mousePosition - lastPos;
    float h = Input.GetAxis("Mouse Y") * delta.magnitude * Time.deltaTime;

    float positMouse = Input.mousePosition.x;
    if (positMouse < Screen.width / 2){
        control.AddTorque(transform.forward * h, ForceMode.Impulse);
    }else if (positMouse > Screen.width / 2){
        control.AddTorque(-transform.forward * h, ForceMode.Impulse);
    }
}
```

Fonte: Jogo EducaAnatomia3D, elaborada pelos autores.

Após o botão esquerdo do mouse ser solto é verificado se a rotação da roleta parou de se mover chamando a respectiva função (Figura 21), na qual será verificada a sua posição, e posteriormente será enviada as informações para a geração dos questionários.

Figura 21: Verificação de parada

```
if (aplic){
  if (velho.x == novo.x && velho.y == novo.y && velho.z == novo.z && velho.w == novo.w){
    identificadorAssunto();
  }
}
```

Fonte: Jogo EducaAnatomia3D, elaborada pelos autores.

Assim que a roleta se encontrar na posição parada, é verificado em qual posição ela se encontra para geração da caixa de mensagem onde será exibido o assunto selecionado, conforme é mostrado na Figura 22.

Figura 22: Identificador de assunto

```
void identificadorAssunto()
{
  ray = mainCamera.ScreenPointToRay(new Vector3(Screen.width / 2, Screen.height / 2, 0));
  if (Physics.Raycast(ray, out colide))
  {
    float pos = colide.transform.eulerAngles.z;
    string nome = "Região da Coxa";
    if ((pos > 2.6 && pos <= 47.5) || (pos > 182.4 && pos <= 227.6))
    {
      nome = "Região da Perna";
    }
    else if ((pos > 92.6 && pos <= 137.5) || (pos > 272.5 && pos <= 317.6))
    {
      nome = "Região do Quadril";
    }
    else if ((pos > 137.5 && pos <= 182.4) || (pos > 317.7 || pos <= 2.6))
    {
      nome = "Região do Pé";
    }

    textConfirm.text = nome;
    assunto.SetActive(true);
  }
}
```

Fonte: Jogo EducaAnatomia3D, elaborada pelos autores.

Após ser selecionado o botão para confirmação do assunto é chamada a função *iniciaQuestionario*, responsável por restaurar as perguntas do arquivo JSON e apresentar as perguntas a serem respondidas conforme mostrado na Figura 23.

Figura 23: Inicia Questionário

```

public void iniciaQuestionario(string assunto){
    if(assunto.Equals("Região da Perna")){
        perguntas = questPerna();
    }else if(assunto.Equals("Região do Quadril")){
        perguntas = questQuadril();
    }else if (assunto.Equals("Região do Pé")){
        perguntas = questPe();
    }else{
        perguntas = questCoxa();
    }

    mov.SetActive(true);
    ossos = GameObject.FindGameObjectsWithTag("BoneChild");

    op = Random.Range(0, perguntas.Length - 1);

    iniciado = true;
    questionario.SetActive(true);
    inserePergunta();
    inicioScene = Time.time;
}

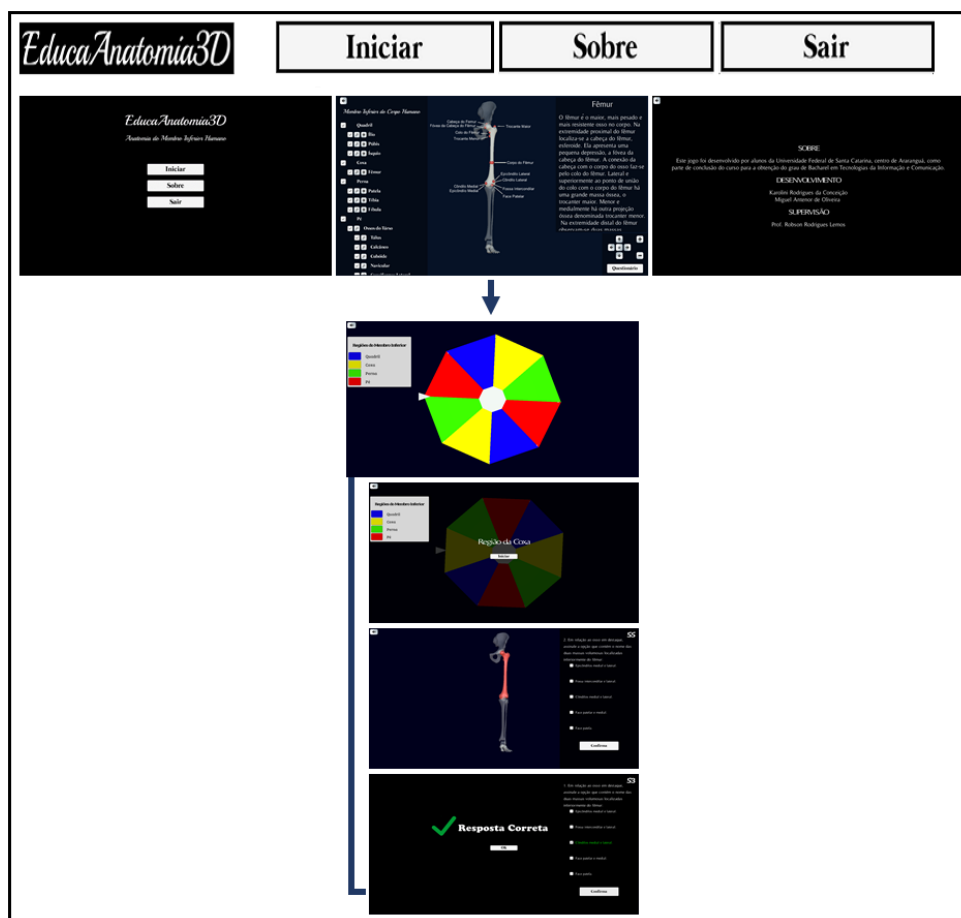
```

Fonte: Jogo EducaAnatomia3D, elaborada pelos autores.

#### 4.5 Arquitetura da Interface do Sistema

A arquitetura do jogo EducaAnatomia3D apresenta os passos possíveis para o usuário navegar ao longo do jogo, conforme é apresentado na Figura 24. A interface inicial do jogo é composta por três opções: Iniciar, Sobre e Sair. No primeiro item “Iniciar”, é apresentado em um primeiro momento a interface de estudo dos ossos do membro inferior humano e em um segundo momento a interface para o jogo sério onde as funções do jogo são exploradas utilizando uma abordagem lúdica baseada em uma roleta de perguntas e respostas. No segundo item “Sobre”, apresenta informações adicionais referentes ao jogo. E por fim, o terceiro item “Sair” permite o encerramento do jogo.

Figura 24: Arquitetura da Interface do Jogo



Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5 PLANEJAMENTO DA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D

Neste capítulo é apresentado o planejamento para a avaliação do jogo sério EducaAnatomia3D. Para isso, são apresentadas as principais etapas do processo de avaliação: técnicas de avaliações, projeto da avaliação de usabilidade e o planejamento da avaliação do jogo.

### 5.1 Técnicas de Avaliações de Jogos Educativos

Atualmente, o uso de técnicas de avaliações representa um importante passo na construção de softwares capazes de garantir a qualidade. Dentro do contexto de jogos educativos esse recurso se tornam fundamental, contribuindo significativamente para a identificação de possíveis erros e melhorias durante o desenvolvimento.

Com o objetivo de analisar a perspectiva dos usuários finais frente a qualidade que o sistema oferece, ferramentas e técnicas de avaliações proporcionam analisar o *feedback* dos usuários-alvos, afim de garantir a qualidade. Nesse contexto, duas técnicas podem ser destacadas: Ergonomia e usabilidade. De acordo com Cybis (2010, p.16):

“Pode-se dizer que a ergonomia está na origem da usabilidade, pois ela visa proporcionar eficácia e eficiência, além do bem-estar e saúde do usuário, por meio da adaptação do trabalho do homem. Isto significa que seu objetivo é garantir que sistemas e dispositivos estejam adaptados à maneira como o usuário pensa, comporta-se e trabalha e, assim proporcionem usabilidade. ”

Para Cybis (2010) a ergonomia é a qualidade da adaptação de um dispositivo a seu operador e à tarefa que este realiza. Visando proporcionar a qualidade durante a interação, os critérios ergonômicos como: Condução; Carga de trabalho; Controle explícito; Adaptabilidade; Gestão de erros; Homogeneidade/consistência; Significado de códigos e denominações e Compatibilidade; tem como objetivo identificar e minimizar possíveis problemas ergonômicos que venham a interferir na qualidade e desempenho dos softwares.



A avaliação de usabilidade visa a facilidade de uso. Para isso, o processo de conhecer o usuário durante o desenvolvimento se torna importante para obtenção de resultados satisfatórios na interação da interface com o usuário. Segundo Barbosa (2010 apud NIELSEN, 1993, p.28), a usabilidade está relacionada com a facilidade de aprendizado e uso da interface, bem como a satisfação do usuário em decorrência desse uso.

## 5.2 Projeto da Avaliação de Usabilidade

De acordo com Humayoun (2012, p.197):

“Avaliação de usabilidade tem como objetivo envolver os usuários, especialmente os usuários finais do produto e especialistas (por exemplo, especialistas em interface do usuário, analista de sistemas, etc.) no processo de avaliação de um produto específico para encontrar falhas de usabilidade e erros e aperfeiçoar o produto de acordo ao feedback [...]”

Para Shackel (2009, p.340) “a forma abreviada conveniente para a definição de usabilidade pode ser "a capacidade de ser usado por humanos fácil e eficaz", onde: Facilmente = a um nível específico de avaliação subjetiva. Efetivamente = a um nível de desempenho especificado (humano).

A norma ISO 9241 define usabilidade como a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, em determinado contexto de operação, para a realização de tarefas de maneira eficaz, eficiente e agradável (CYBIS, 2010).

Com o objetivo de analisar e observar a interação dos usuários finais, o projeto de avaliação de usabilidade visa avaliar o jogo EducaAnatomia3D dentro do ambiente de ensino aplicando um questionário de satisfação. Através do questionário de satisfação é possível avaliar a satisfação dos usuários finais, bem como os aspectos que possam ser melhorados para que ocorra uma melhora na satisfação por parte dos usuários durante a interação com o produto em questão.

### 5.3 Planejamento da Avaliação do Jogo Sério no Ambiente de Ensino

Para a avaliação de usabilidade do Jogo Sério EducaAnatomia3D foi elaborado um questionário de satisfação para os alunos e para a professora ministrante da disciplina de Anatomia II, do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Araranguá.

O questionário de satisfação elaborado para os alunos e professores contém 12 questões afirmativas que possibilita uma análise sobre a utilização do jogo, através de afirmações relacionadas a 5 fatores de usabilidade, tais como eficiência, satisfação, aprendizagem, ajuda e controle que a interface oferece ao longo do jogo. Através das afirmações, os usuários finais devem marcar apenas uma resposta entre as cinco opções disponíveis:

1. Discordo totalmente;
2. Discordo;
3. Não tem Opinião/Não tem Certeza;
4. Concordo;
5. Concordo plenamente.

Além disso, o questionário de satisfação engloba três perguntas discursivas. O principal propósito é analisar as opiniões e sugestões dos usuários em potencial visando ter um *feedback* sobre a utilização do jogo.

### 5.4 Avaliação do Jogo no Ambiente de Ensino

A avaliação do jogo sério EducaAnatomia3D no ambiente de ensino foi realizada através de um estudo de caso com alunos da disciplina de Anatomia II do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina Campus Araranguá apresentando duas etapas principais para a realização da avaliação.

Em um primeiro momento, entrou-se em contato com a professora da disciplina de Anatomia, Cristiane Meneghelli Rudolph, que teve interesse em participar e disponibilizar uma aula para a aplicação da avaliação do jogo sério EducaAnatomia3D. A segunda etapa envolveu a aplicação da avaliação com os alunos em um estudo de

caso. A turma A e B de Anatomia II foi escolhida pela professora da disciplina, totalizando 23 alunos que aceitaram participar da avaliação, no qual a maioria afirmou ser iniciante ou intermediário no nível de experiência com jogos sérios ou ambientes virtuais, e com faixa etária de dezessete a vinte e cinco anos de idade. Dentre os participantes, 5 alunos são do sexo masculino e 18 são do sexo feminino.

A avaliação do jogo foi realizada no laboratório de ensino de sistemas multimídia e interface humano-computador (LabEnsinoMídia) da UFSC-Centro Araranguá o qual contém 26 computadores. Inicialmente, houve a apresentação do projeto do jogo EducaAnatomia3D, assim como do plano de aula da disciplina (Anexo I). A partir disso, solicitou-se aos alunos a assinatura no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Anexo II), e posteriormente a aplicação do jogo com os alunos. Por fim, os alunos e a professora realizaram o preenchimento de um questionário de satisfação (Anexo III) para a avaliação de usabilidade do jogo EducaAnatomia3D.

## 6 RESULTADOS

Neste capítulo é apresentada a descrição dos resultados, bem como os dados obtidos a partir da avaliação, através da aplicação dos questionários de satisfação com alunos e professores do jogo sério EducaAnatomia3D.

### 6.1 Aplicação do Questionário de Satisfação

O jogo sério EducaAnatomia3D foi analisado por 2 turmas de estudantes da disciplina de Anatomia II. A aplicação do jogo sério no ambiente de ensino seguiu o plano de aula (Anexo I), na qual, anteriormente à aplicação do jogo, foi repassado para os alunos um tempo determinado para a realização do estudo de caso. Sendo assim, foi determinado 30 minutos para que os alunos utilizassem a fase de apresentação do conteúdo, 30 minutos para a fase de fixação, e por fim, 25 minutos para responderem o questionário de satisfação.

Após a utilização do jogo, foi entregue à professora e aos alunos o questionário de satisfação (Anexo III), composto por 12 questões afirmativas e 3 questões discursivas. Através dos questionários, os seguintes fatores de usabilidade foram avaliados: satisfação, controle que o ambiente proporciona, aprendizagem, eficiência e ajuda da interface.

O resultado do questionário de satisfação dos alunos é mostrado na Tabela 1, no qual o ITEM representa o número de questões e o ID representa o número de pessoas que responderam o questionário. As respostas dos usuários variam de 1 – Discordo Totalmente, 2 – Discordo, 3 – Não tem Opinião/Não tem Certeza, 4 – Concordo e 5 – Concordo Plenamente, conhecido também como escala *Likert*. Muito utilizada em pesquisa, é uma técnica que permite avaliar as respostas dos usuários pelo grau de concordância sobre cada afirmação apresentada nos questionários.

Tabela 1: Tabela com os Resultados do Questionário de Satisfação.

ITEM												
ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	4	5
2	4	4	5	4	4	1	4	4	4	5	3	4
3	4	4	4	2	1	1	5	4	3	5	3	3
4	4	5	5	4	3	1	4	4	3	5	4	4
5	4	5	4	4	5	1	3	4	5	5	5	3
6	4	4	4	2	1	1	5	4	4	4	3	4
7	5	3	4	4	1	1	4	3	3	4	4	3
8	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5
9	5	4	5	4	4	1	4	4	3	5	2	3
10	4	4	2	5	5	1	4	4	4	4	4	3
11	4	5	5	4	5	2	4	4	5	3	5	4
12	5	5	5	5	5	1	5	4	5	5	4	5
13	5	5	5	4	4	3	5	5	5	5	3	4
14	4	4	4	5	5	1	5	2	4	5	4	4
15	4	4	4	5	5	2	5	2	4	5	4	4
16	5	5	5	4	5	1	5	5	4	5	5	5
17	5	5	5	5	4	2	5	5	5	5	4	5
18	5	5	5	5	5	1	5	5	4	5	4	4
19	4	4	5	4	4	1	4	4	4	5	1	4
20	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5
21	4	4	5	4	4	1	4	4	4	4	3	4
22	5	5	5	5	4	1	4	5	4	5	5	5
23	4	5	5	4	5	2	5	5	4	5	4	4

Fonte: Elaborada pelos autores

O jogo EducaAnatomia3D foi avaliado pelos alunos e obteve um bom *feedback* na utilização deste. Durante a utilização do jogo foi possível verificar o interesse e motivação dos alunos em utilizar todos os recursos que o jogo oferecia, além de

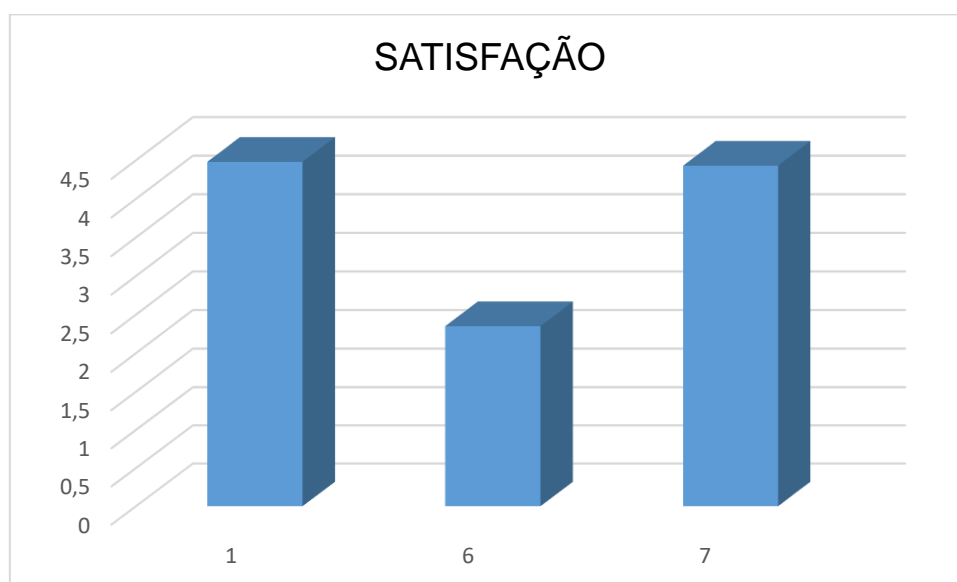
anotarem possíveis erros encontrados relacionados em sua maioria a nomenclatura e dar sugestões de melhorias para o jogo.

Conforme é apresentado na Tabela 1, a maioria das respostas dos alunos se concentraram entre os valores 4 (Concordo) e 5 (Concordo Plenamente), mostrando uma boa aceitação do jogo sério pelos alunos. As respostas que apresentam valores 1 (Discordo Totalmente), 2 (Discordo), 3 (Não tem Opinião/Não tem Certeza) foram observadas, porém representam uma quantidade pequena quando comparado aos itens 4 e 5.

A seguir são apresentados os resultados referentes à avaliação do questionário de satisfação por categoria de cada questão:

A categoria satisfação é representado pelas questões 1, 6 e 7, conforme é apresentada na Tabela 2. A questão 1 avalia a opinião dos alunos se o uso do jogo sério EducaAnatomia3D foi satisfatória, apresentando uma boa satisfação pelos alunos atingindo uma média das respostas de aproximadamente 4,48. A questão 6 analisa se há erros na interface da aplicação atingindo uma média razoável de 2,35, ou seja, menos da metade informando que a interface apresenta alguns erros, mas que causam pouca interferência no uso da aplicação. Por fim, a questão 7 apresenta uma média de 4,43 na qual afirma que o usuário concorda que é intuitiva a interação e visualização dos elementos do membro inferior.

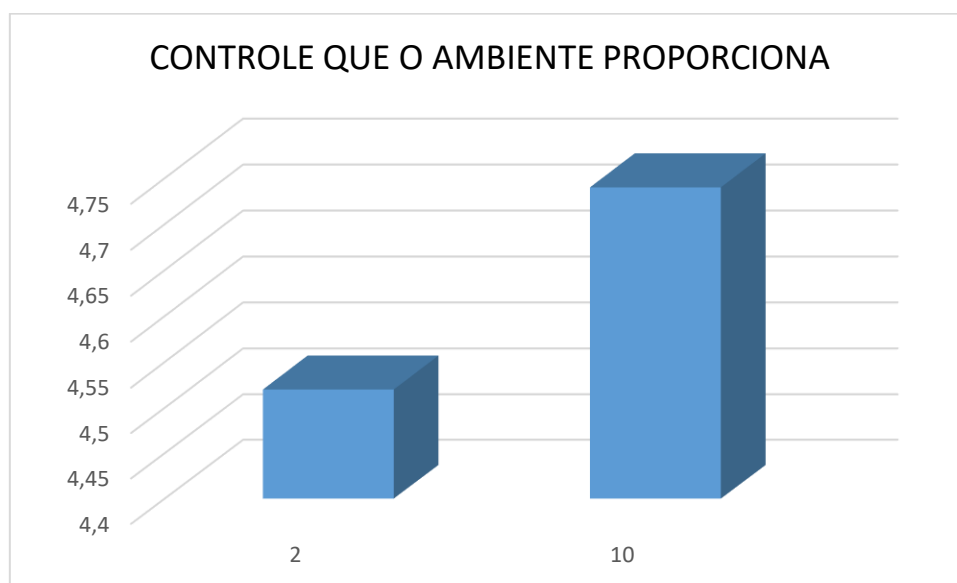
Tabela 2: Categoria Satisfação



Fonte: Elaborado pelos autores

A categoria controle que o ambiente proporciona é representado pelas questões 2 e 10, conforme apresentando na Tabela 3. A questão 2 avalia se foi possível explorar os conceitos e realizar os questionários através de um conjunto mínimo de operações, obtendo uma média de respostas de 4,52. Como a questão 2 e 10 se complementam foi possível verificar que pode ter ocorrido falta de entendimento por parte dos alunos em relação a essa afirmação devido a diferença de média das respostas. A questão 10 avalia se as mensagens e avisos são suficientes para compreensão do jogo, atingindo então uma média de 4,74.

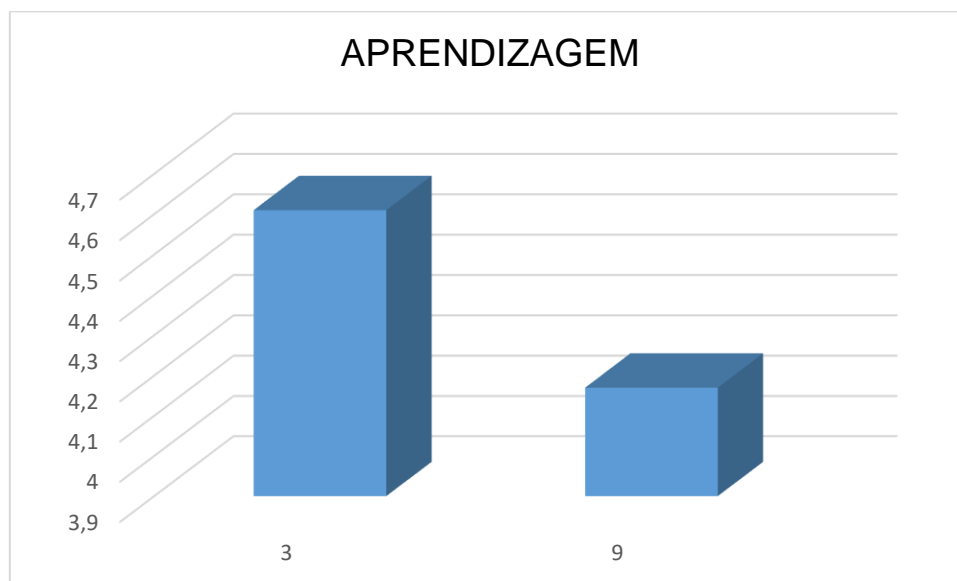
Tabela 3: Categoria Controle que o Ambiente Proporciona



Fonte: Elaborado pelos autores

A categoria aprendizagem que o ambiente proporciona é representado pelas questões 3 e 9, conforme é apresentado na Tabela 4. Na questão 3 é analisado se o ambiente é importante para a realização de atividades de fixação do conteúdo na disciplina de anatomia humana. Essa afirmação recebeu uma média de 4,61 constatando que os alunos concordam que o uso desse ambiente se torna como um recurso auxiliador para o ensino e aprendizagem. Enquanto na questão 9 é avaliado se as informações contidas na aplicação são satisfatórias para o entendimento do conteúdo, atingindo uma média boa de 4,17, podendo ser dito que o conteúdo está bem estruturado e explicado.

Tabela 4: Categoria Aprendizagem

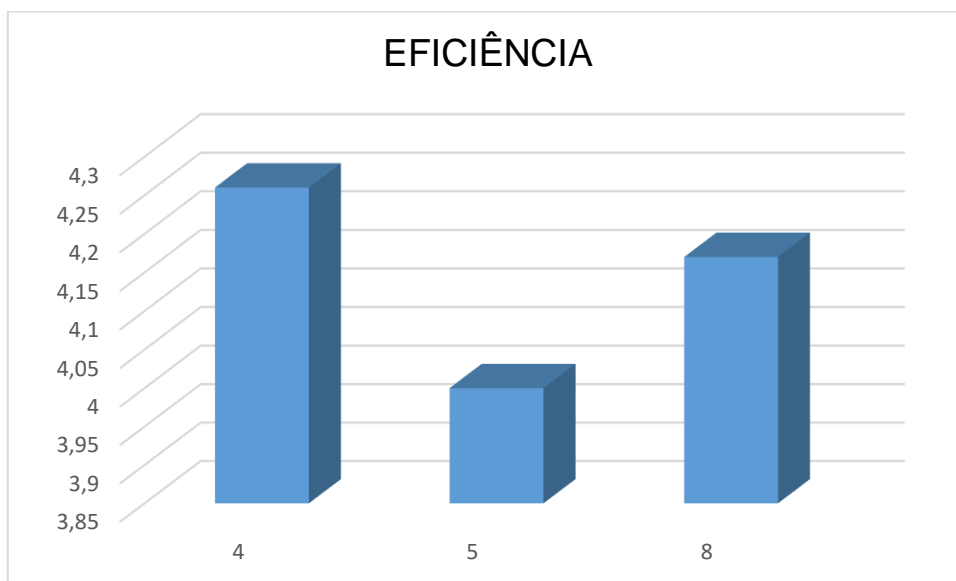


Fonte: Elaborado pelos autores

A categoria eficiência que o ambiente proporciona é representado pelas questões 4, 5 e 8, conforme é apresentado na Tabela 5. A questão 4 avalia se a interface de interação do jogo é facilmente compreendida, apresentando uma média de respostas de 4,26. A questão 5 analisa se houve a necessidade de parar a atividade diante de algum obstáculo. Esse item apresentou uma média de resposta de 4 devido os alunos relatarem a presença de alguns erros encontrados no ambiente de apresentação de estudo e na fixação dos questionários, na qual, a maioria são erros relacionados a ortografia ou localização dos acidentes ósseos. Por fim, a questão 8 avalia se a interface apresenta uma terminologia de ensino de Anatomia Humana de forma consistente, apresentando uma média de respostas de 4,17.



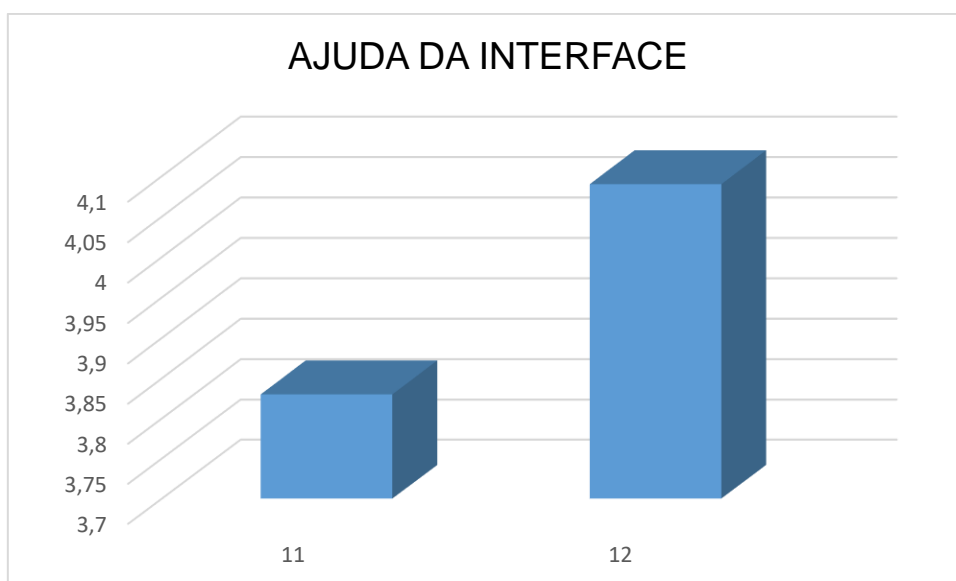
Tabela 5: Categoria Eficiência



Fonte: Elaborado pelos autores

A categoria ajuda da interface é representada pelas questões 11 e 12, conforme é apresentado na Tabela 6. A questão 11 avalia se as informações contidas na interface do jogo são suficientes para a sua utilização. Nessa questão, a média das repostas ficou aproximadamente entre 3,83. Em relação a questão 12, essa avalia se as mensagens e avisos são suficientes para a compreensão durante o jogo, apresentando uma média de resposta de 4,09.

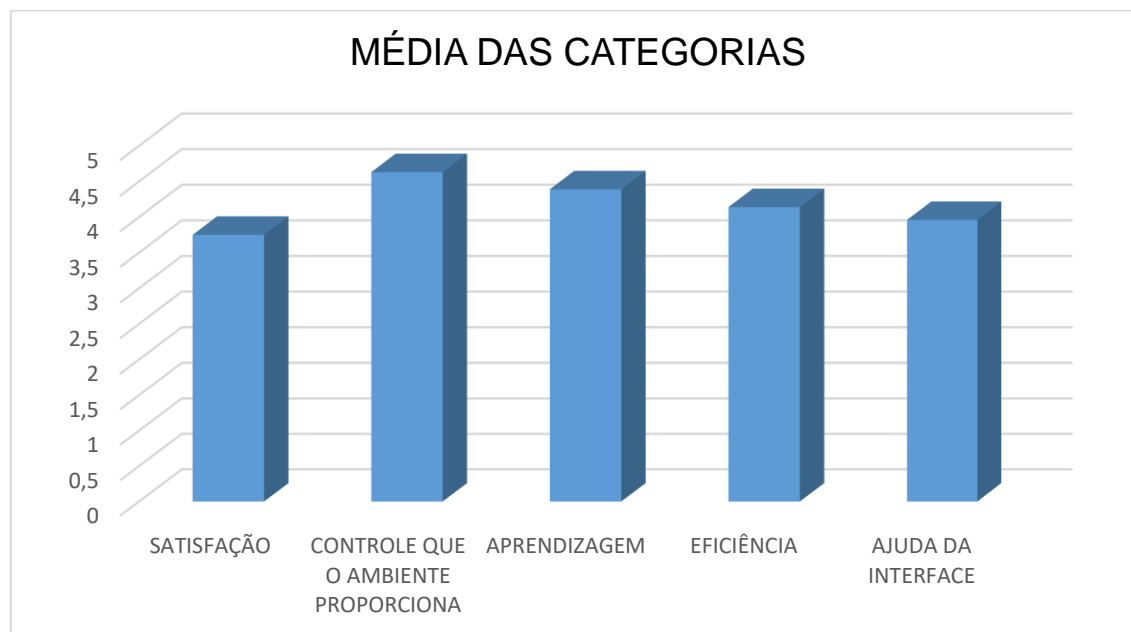
Tabela 6: Categoria Ajuda da Interface



Fonte: Elaborado pelos autores

Após a análise dos resultados das perguntas, foi calculado a média de todas as cinco categorias, conforme apresentado na tabela 7. Em destaque com maior média dos resultados ficou a categoria controle que o ambiente proporciona apresentando 4,63. Em seguida a categoria aprendizagem com média de 4,39, categoria eficiência com 4,14, categoria ajuda da interface com média 3,96 e por fim, a categoria satisfação com 3,75.

Tabela 7: Média das Categorias



Fonte: Elaborado pelos autores

Através do questionário de satisfação foi possível analisar também a opinião dos alunos com base nas respostas das três questões discursivas presentes no questionário. Em relação a pergunta discursiva 13, esta solicitava a opinião dos alunos a respeito dos principais benefícios ou vantagens na utilização do jogo sério EducaAnatomia3D. Através das resposta foi possível verificar que a maioria dos alunos responderam que o jogo se caracteriza como uma forma dinâmica e interativa para o aprendizado, além de destacarem que o jogo sério contribui para a fixação do conteúdo como estruturas ósseas, acidentes ósseos e definição, de uma forma lúdica facilitando o estudo, e se tornando um meio facilitador e divertido para estudar para prova, como pode ser verificado na resposta de um dos alunos participantes: "O jogo é muito bom para o estudo de anatomia por ser de fácil entendimento e uma opção divertida de estudar para as provas."

A pergunta 14 solicitava que os alunos descrevem quais foram as dificuldades ou desvantagens de se utilizar o jogo EducaAnatomia3D. Em geral, todos os alunos

relataram que o jogo não apresenta desvantagens, porém procuraram apontar e destacar algumas dificuldades presentes no jogo, além de descreverem alguns erros encontrados ao longo do jogo, como:

- *Dificuldade na localização de alguns dos acidentes ósseos durante a interação com os objetos 3D*
- *Dificuldade de poder escolher em alguns momentos a região do membro inferior para responder aos questionários de fixação.*
- *Dificuldade em relacionar algumas estruturas citadas no texto com a sua localização nos objetos 3D.*
- *Dificuldade em relacionar alguns dos acidentes ósseos representados nos objetos 3D aos nomes apresentados no conteúdo do texto.*
- *Dificuldade na movimentação do esqueleto do membro inferior com o auxílio do mouse no ambiente 3D.*

A última pergunta do questionário solicitava a descrição, se houver, de sugestões de melhorias para o jogo. Nessa questão os alunos procuraram analisar como foi a utilização do jogo, destacando então os erros que o mesmo apresentou e consequentemente sugerindo sugestões de melhorias. Em relação aos erros a maioria dos alunos relatou a presença de pequenos erros ortográficos nos textos do jogo e nos questionários. As sugestões se concentraram nos seguintes pontos:

- *Colocar o texto da descrição do conteúdo em tópicos, e indicar nos objetos 3D a estrutura citada no texto no momento da leitura.*
- *Permitir uma movimentação mais rápida da barra de rolagem no diálogo de descrição do conteúdo.*
- *Adicionar mais acidentes ósseos na parte de apresentação do conteúdo e adicionar mais perguntas no questionário na parte de fixação do conteúdo.*
- *Associar as informações apresentadas na estrutura do texto com os objetos 3D apresentados no ambiente de visualização do membro inferior.*
- *Melhorar os recursos de ampliação na região do pé.*
- *Adicionar a opção de escolha de qual região deseja-se responder na parte dos questionários.*
- *Permitir a localização de estruturas mais complexas do membro inferior do esqueleto humano.*
- *Aumentar o tempo para responder as questões.*

De uma forma geral, os resultados obtidos através da escala Likert (Tabela 7) e das respostas discursivas se mostram satisfatórias, obtendo uma boa avaliação do jogo

por parte dos alunos, que durante a aplicação se mostraram interessados e motivados a explorarem o jogo sério conforme observações durante avaliação do jogo (Anexo V). Além de se mostrarem críticos ao analisarem com calma todos os recursos presentes no jogo, fazendo anotações de possíveis erros apresentados, bem como a descrição de diferentes tipos de sugestões de melhorias para o jogo.

O jogo sério também foi avaliado pela professora de Anatomia II, apresentando também um bom resultado referente as 12 questões afirmativas, ficando em uma média de respostas entre os valores 4 (Concordo) e 5 (Concordo plenamente). A seguir são apresentadas as respostas em relação as três questões discursivas:

13. Na sua opinião quais são os principais benefícios ou vantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para o estudo de anatomia do membro inferior humano?

*“Existem muitas vantagens no uso desse jogo sério. A primeira delas é que o conhecimento adquirido durante a utilização do jogo complementa o ensino prático de anatomia humana, bem como constitui uma importante ferramenta para a fixação do conteúdo. Uma outra vantagem é que o aluno tem a oportunidade de estudar em outros ambientes sem necessariamente precisar estar em sala de aula ou laboratório.”*

14. Na sua opinião quais são as principais dificuldades ou desvantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para o estudo de anatomia do membro inferior humano?

*“Na minha opinião não existem desvantagens. A única dificuldade maior que pude observar é que a definição dos acidentes ósseos em alguns momentos se confundem. Eu sugiro uma descrição mais detalhada dos acidentes.”*

15. Quais são as suas sugestões de melhoria para o jogo sério EducaAnatomia3D? Descreva, se houver, suas sugestões:

Sugestões de melhoria:

- *Correção do posicionamento de determinadas esferas. Quando o objeto 3D é ampliado o posicionamento da esfera é alterado.*
- *Inserção de mais detalhamento no texto do acidente ósseo.*
- *Correção de erros nas questões do banco de dados. Exemplos: Erros relacionados ao apontamento de osso, digitação, nomenclatura.*
- *Maior número de questões afim de evitar repetição das mesmas.*
- *Inserção de um número maior de acidentes ósseos.*

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Jogos sérios vem se tornando uma importante ferramenta de inovação e incorporação dentro das universidades, visto que possibilita um realismo maior na construção do ensino e aprendizagem. O jogo sério EducaAnatomia3D visa facilitar o ensino de Anatomia, permitindo uma nova forma de auxílio para estudos e testes do conhecimento nesta área.

Existem jogos sérios e ambientes virtuais disponíveis na literatura para o ensino e aprendizagem da disciplina de Anatomia onde diversos sistemas do corpo humano podem ser explorados (BIODIGITAL 2016, HEALTHLINE, 2016). No entanto, a abordagem no projeto de jogos sérios e dos ambientes virtuais para o ensino da Anatomia Humana encontrado na literatura apresentam normalmente diversos sistemas do corpo humano do ponto de vista de um atlas 3D.

O estudo desenvolvido para o EducaAnatomia3D permitiu com o auxílio de especialistas em Anatomia Humana explorar informações importantes no entendimento da função e estrutura dos ossos através do detalhamento das informações associadas aos acidentes ósseos. Desta forma, o EducaAnatomia3D representa um passo na direção de jogos sérios onde os alunos de graduação na área de ciências da saúde possam fazer uso de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem onde a apresentação do conteúdo de estudo e a fixação do conteúdo leva em consideração conceitos associados a função e estrutura dos ossos.

A avaliação de usabilidade do jogo sério através de um estudo de caso envolveu a participação de 23 alunos, no qual foi possível perceber um resultado satisfatório na utilização do jogo. O estudo de caso obedeceu ao tempo proposto, na qual os alunos utilizaram o jogo de forma regular para depois ser respondido o questionário de satisfação para avaliação da aplicação. No geral a aplicação recebeu uma boa pontuação e boas ideias de possíveis melhorias para tornar a experiência mais completa e interessante.

Como trabalhos futuros pretende-se adicionar mais elementos para o estudo do membro inferior do esqueleto humano tais como, músculos, tendões, ligamentos, nervos, sistema vascular, meniscos e cartilagens incluindo informações e mecanismos para explorar o entendimento da sua função e estrutura.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Simone Diniz Junqueira; SILVA, Bruno Santana da. **Interação Humano Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BIODIGITAL (New York -Eua). **About**. 2002. Disponível em: <<https://www.biodigital.com/about>>. Acesso em: 20 maio. 2016.

CYBIS, Walter; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2010. 422 p.

DANGELO, J. G., FATTINI, C. A. **Anatomia humana sistêmica e segmentar**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2007.

DARIEL, O. J. P. RABY, T. RAVAUT, F. ROTHAN-TONDEUR, M. **Developing the Serious Games potential in nursing education**. Nurse Education Today 33 (2013) 1569–1575.

DEGUIRMENDJIAN, S. C., MIRANDA, F. M., MASCARENHAS, S. H. Z. **Serious Games desenvolvidos na Saúde: Revisão Integrativa da Literatura**. JOURNAL OF HEALTHINFORMACTS, p. 110-116, Jul. 2016.

DUARTE, H. E. **Anatomia Humana**. Florianópolis: BIOLOGIA/EAD/UFSC, 2009.

FUCHSLOCHER, A.; NIESENHAUS, J.; KRÄMER, N. **Serious games for health: An empirical study of the game “Balance” for teenagers with diabetes mellitus**. Entertainment Computing, Annapolis, v. 2, n. 2, p.97-101, 21 dez. 2011. Bimestral. Disponível em: <[ac.els-cdn.com/S1875952110000194/1-s2.0-S1875952110000194-main.pdf](http://ac.els-cdn.com/S1875952110000194/1-s2.0-S1875952110000194-main.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2014.

GIRARD, C.; ECALLE, J.; MAGNAN, A. **Serious games as new educational tools: how effective are they? A meta-analysis of recent studies**. Journal Of Computer Assisted Learning, [s.l.], v. 29, n. 3, p.207-219, 13 jun. 2012. Wiley-Blackwell.

HEALTHLINE. Disponível em < <http://www.healthline.com/human-body-maps> >. Acesso em: 20 de outubro de 2015.

HUMAYOUN, S. R. **Incorporating Usability Evaluation in Software Development Environments**. Mar. de 2012.

LABORATÓRIO DE ANATOMIA. Disponível em < <http://anatogames.blogspot.com.br> >. Acesso em: 22 de outubro de 2015.

MA, M., BALE K., REA, P. **Constructionist Learning in Anatomy Education What Anatomy Students Can Learn through Serious Games Development**. Digital Design Studio, Glasgow Scholl of Art. p.43-58,2012.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MOORE, K. L.; DALLEY, A. F.; Agur, A. M. R. **Moore Anatomia Orientada para a Clínica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

PEREIRA, José Matias. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PIETRUCHINSKI, M. H. et al. **Os jogos educativos no contexto do SBIE: uma revisão sistemática de Literatura**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 17., 2011, Aracaju. Anais.... Curitiba: Sbie, 2011. p. 476 - 485. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/issue/view/48>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

RICCIARDI, F.; PAOLIS, L. T. Review Article: **A Comprehensive Review of Serious Games in Health Professions**. International Journal Of Computer Games Technology. Itália, p. 1-12. ago. 2014.

SILVA, T. G. **JOGOS SÉRIOS EM MUNDO VIRTUAIS: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE TESTE DE SOFTWARE**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Computação, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2012.

SHACKEL, B. Usability – Context, framework, definition, design and evaluation. **Interacting with Computers**, p. 339-346, out. 2009.

UNITY TECHNOLOGIES. **Unity Game Engine**. 2005. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt>>. Acesso em: 20 maio. 2016.

WATTANASOONTORN, Voravika et al. **Serious games for health**. Entertainment Computing, [s.l.], v. 4, n. 4, p.231-247, dez. 2013. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.entcom.2013.09.002. Disponível em: <<http://api.elsevier.com/content/article/PII:S1875952113000153?httpAccept=text/xml>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

ZIN, N. A. M.; JAAFAR, A.; YUE, W. S. Digital Game-based learning (DGBL) model and development methodology for teaching history. **WSEAS Transactions on Computers**. fev. 2009, vol. 8, no. 2, p.322-333.

## ANEXOS

## ANEXO I – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II

## ANEXO I – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II

## PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II

<b>INSTITUIÇÃO:</b> Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá		
<b>CURSO:</b> Fisioterapia		
<b>DISCIPLINA:</b> Anatomia II		
<b>PROFESSORA:</b> Cristiane Meneghelli Rudolph		
<b>Nº de Aulas:</b> 02	<b>Data:</b> 29/11/2016	<b>Carga Horária:</b> 02 horas/aula
<b>Visão Geral:</b> Realizar a avaliação do estudo de caso do jogo sério EducaAnatomia3D no ambiente de ensino e aplicação do questionário de satisfação.		
<p><b>Procedimentos metodológicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1º. Apresentação do jogo sério desenvolvido.</li> <li>2º. Explicação de como será realizado a aplicação do jogo sério.</li> <li>3º. Iniciar a aplicação e observar os alunos durante a utilização do jogo.</li> <li>4º. Entregar o questionário de satisfação aos alunos após o término do jogo.</li> <li>5º. Aplicar o questionário de satisfação.</li> <li>6º. Finalização do estudo de caso e agradecimentos.</li> </ol>		
<p><b>Avaliação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar e registrar o posicionamento crítico dos alunos durante a utilização do jogo, procurando identificar os possíveis obstáculos pelos alunos durante a realização da atividade.</li> </ul>		
<b>Obs.:</b>		

*Cristiane Meneghelli Rudolph*

Assinatura



## **ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

#### **Senhores pais ou responsáveis**

Seu filho (a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa intitulada "**Orientação educativa ao programa de visitação para estudantes de ensino médio ao Laboratório de Anatomia do campus de Araranguá**". Este termo tem o objetivo de solicitar a sua autorização para que seu(a) filho(a) participe desta pesquisa, a qual é coordenada pela professora Dr<sup>a</sup> Cristiane Meneghelli Rudolph, professora do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá. A participação na pesquisa é voluntária e antes de assinar este termo, é importante que você leia as informações contidas neste documento, que informa a proposta e os procedimentos que serão utilizados para a realização da pesquisa.

**A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS:** O motivo que nos leva a investigar o resultado de uma visita orientada ao Laboratório de Anatomia do campus de Araranguá da UFSC está na necessidade em conhecer o resultado de uma exposição teórico-prática a respeito de Anatomia Humana. Por meio de uma coleta de dados empregando um questionário, queremos conhecer o perfil do estudante que visitou o Laboratório de Anatomia e sua opinião a respeito do que foi realizado. O objetivo desse projeto é divulgar o curso de Fisioterapia da UFSC por meio da apresentação de uma de suas disciplinas: a Anatomia Humana. O procedimento de coleta de dados será da seguinte forma: aplicação de um questionário no qual os alunos visitantes responderão 5 perguntas a respeito do que ele assimilou durante a visita orientada. Essa pesquisa segue as normas da Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012.

**DESCONFORTOS, RISCOS E BENEFÍCIOS:** Os possíveis riscos e desconfortos da presente pesquisa são relativamente reduzidos. Seu filho (a) pode vir a assustar-se com a visualização das peças anatômicas ou sentir náuseas devido à exposição de peças anatômicas naturais. Pesquisadores e instituições envolvidas neste projeto fornecerão assistência imediata aos participantes, no que tange possíveis complicações e/ou danos decorrentes. Os benefícios para o estudante está na oportunidade de conhecer mais a respeito de Anatomia Humana e na estrutura do curso de Fisioterapia a qual poderá constituir uma oportunidade de decisão profissional.

**FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA:** Caso seu filho (a) apresente algum desconforto, ele será imediatamente encaminhado para um ambiente externo ao Laboratório e acompanhado pelo professor responsável pela turma de alunos. Providências cabíveis serão tomadas.

#### **GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO:**

- a) Seu(a) filho(a) somente participará da pesquisa com a sua autorização, por meio da entrega desse termo de consentimento livre e esclarecido devidamente assinado;
- b) Será garantido aos participantes a privacidade à sua identidade e o sigilo de suas informações;

- c) Seu(a) filho(a) terá liberdade para recusar-se a participar da pesquisa e, após aceitar, também poderá desistir da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer tipo de penalidade ou prejuízo para si.

Caso você tenha dúvidas ou perguntas a respeito do estudo, no que se refere a participação do seu filho(a), você poderá contatar a professora Cristiane Meneghelli Rudolph (coordenadora do projeto) por e-mail [cristiane.meneghelli@ufsc.br](mailto:cristiane.meneghelli@ufsc.br), ou pelo telefone (48) 3721-4680. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada no Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina e outra será fornecida a você.

#### **CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS**

**DANOS:** A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional. Caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Além disso na possibilidade de haver algum dano ao participante decorrente da pesquisa há garantia de indenização de acordo com a Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012.

**DECLARAÇÃO DO RESPONSÁVEL PELO PARTICIPANTE:** Eu,

\_\_\_\_\_ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. A professora orientadora Dr<sup>a</sup> Cristiane Meneghelli Rudolph certificou-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar a professora orientadora Dr<sup>a</sup> Cristiane Meneghelli Rudolph no telefone (48) 3721-4680 ou no endereço profissional: Rodovia Governador Jorge Lacerda, nº 3201, bairro Jardim das Avenidas, Araranguá - SC. ou o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina o, sito à *Desembargador Vitor Lima, nº 222, 4º andar, sala 401 Trindade 88040-400, Florianópolis/SC.*

Declaro que concordo que meu filho (a) participe desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Responsável	Data
Nome	Assinatura do Pesquisador	Data

Obrigada pela participação!

**ANEXO III – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO PARA O JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D**

**QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO PARA O JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D**

O questionário é composto por doze (12) afirmativas. Nas afirmativas você deve assinalar com um “X” apenas umas das 5 opções disponíveis:

1. **Discordo Totalmente:** indica que você discorda da afirmação.
2. **Discordo:** indica que você discorda parcialmente com a afirmação.
3. **Não tem opinião/ não tem certeza:** indica que você está indeciso ou que a declaração não tem relevância para o jogo sério ou à situação.
4. **Concordo:** indica que você concorda parcialmente com a afirmação.
5. **Concordo Plenamente:** indica que você concorda com a afirmação.

E, por fim, 3 questões discursivas sobre benefícios/vantagens, dificuldades/desvantagens e sugestões.

IDADE: \_\_\_\_\_ SEXO: ( ) FEMININO ( ) MASCULINO

FORMAÇÃO:

NÍVEL DE EXPERIÊNCIA COM JOGOS SÉRIOS/AMBIENTES EDUCACIONAIS VIRTUAIS:

( ) INICIANTE ( ) INTERMEDIÁRIO ( ) AVANÇADO

		OPÇÃO DE RESPOSTA				
	QUESTÕES	1	2	3	4	5
1.	A utilização do jogo sério EducaAnatomia3D em geral foi uma experiência satisfatória.					
2.	Durante a utilização do jogo sério EducaAnatomia3D foi possível explorar os conceitos associados ao membro inferior humano e realizar os questionários para fixação do conteúdo através de um conjunto mínimo de operações.					
3.	O jogo sério EducaAnatomia3D é importante para realização de atividades de fixação do conteúdo na disciplina de Anatomia Humana.					
4.	A interface de interação do jogo sério EducaAnatomia3D é facilmente compreendida.					
5.	Não houve a necessidade de parar a atividade proposta diante do surgimento de obstáculos na interação com a interface.					

6.	Não encontrei erros relacionados ao jogo sério EducaAnatomia3D durante a realização das atividades do início ao fim.					
7.	Como usuário do jogo sério EducaAnatomia3D foi possível visualizar e interagir com os elementos do membro inferior humano de uma forma intuitiva.					
8.	O jogo sério EducaAnatomia3D apresenta uma interface com terminologia de ensino de Anatomia Humana de uma forma consistente.					
9.	As informações fornecidas pelo jogo sério EducaAnatomia3D são satisfatórias para o entendimento da estrutura e função dos principais elementos do membro inferior humano.					
10.	Independentemente da regularidade de uso do jogo sério EducaAnatomia3D as funcionalidades da interface de interação são de fácil memorização.					
11.	As informações contidas na interface do jogo sério EducaAnatomia3D são suficientes para sua utilização.					
12.	Durante a utilização do jogo sério EducaAnatomia3D as mensagens e avisos são suficientes para compreensão durante a realização do estudo do conteúdo e durante a fixação do conteúdo do membro inferior através de questionários.					

13. Na sua opinião quais são os principais benefícios ou vantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para o estudo de anatomia do membro inferior humano?

14. Na sua opinião quais são as principais dificuldades ou desvantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para o estudo de anatomia do membro inferior humano?

15. Quais são as suas sugestões de melhoria para o jogo sério EducaAnatomia3D? Descreva, se houver, suas sugestões:

## ANEXO IV – FOTOS DA AVALIAÇÃO DO JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D NO AMBIENTE DE ENSINO

### Turma de Anatomia II

