

Poliana Francibele de Oliveira Pereira

**AMBIENTE VIRTUAL INTERATIVO PARA O ENSINO DE
ANATOMIA HUMANA: UM JOGO SÉRIO PARA O SISTEMA
MUSCULAR**

Dissertação submetido(a) ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Tecnologias da Informação e Comunicação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patricia Jantsch Fiuza

Coorientador: Prof. Dr. Robson Rodrigues Lemos

Araranguá
2019

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

Pereira, Poliana Francibele de Oliveira
Ambiente Virtual Interativo para o Ensino de
Anatomia Humana : Um Jogo Sérioo para o Sistema
Muscular / Poliana Francibele de Oliveira Pereira ;
orientador, Patricia Jantsch Fiuza, coorientador,
Robson Rodrigues Lemos, 2019.
137 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós
Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação,
Araranguá, 2019.

Inclui referências.

1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2.
Ambientes Virtuais Interativos. 3. Jogos Sérios. 4.
Anatomia Humana Interativa. 5. Sistema Muscular. I.
Fiuza, Patricia Jantsch. II. Lemos, Robson
Rodrigues. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da
Informação e Comunicação. IV. Título.

Poliana Francibele de Oliveira Pereira

**AMBIENTE VIRTUAL INTERATIVO PARA O ENSINO DE
ANATOMIA HUMANA: UM JOGO SÉRIO PARA O SISTEMA
MUSCULAR**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Tecnologias da Informação e Comunicação” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação

Araranguá, 24 de maio de 2019.

Prof. Andrea Cristina Trierweiller, Dr.^a
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Patricia Jantsch Fiuza, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa
Catarina

Prof. Robson Rodrigues Lemos, Dr.
Co-orientador
Universidade Federal de Santa
Catarina

Prof.^a Josete Mazon, Dr.^a
Universidade Federal de Santa
Catarina

Prof. Cristian Cechinel, Dr.
Universidade Federal de Santa
Catarina

Prof. Giovanni Mendonça Lunardi, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus familiares, colegas e amigos.

AGRADECIMENTOS

Quero deixar aqui, meus sinceros agradecimentos a todos envolvidos de forma direta ou indireta em meu trabalho. Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças para vencer todos os obstáculos que surgiram no caminho durante esta etapa de minha vida. Aos integrantes da minha família que me apoiaram para que esse sonho se tornasse realidade em especial à Aline Haas. Ao meu querido noivo Guilherme que foi meu porto seguro em todos os momentos percorridos. Aos meus amigos, sei que compreenderam meu afastamento durante esta etapa de minha vida.

Agradeço aos meus queridos orientadores, que me apoiaram e acreditaram em mim e no meu trabalho. A minha orientadora Dra. Patrícia Jantsch Fiuza por aceitar esse desafio de me orientar e por todo conhecimento compartilhado comigo, com certeza levarei isso para a vida. Ao meu Coorientador Dr. Robson Rodrigues Lemos que foi mais que um orientador, que não mediu esforços para que este trabalho se tornasse realidade, sem a sua ajuda nada disso teria sido possível.

Aos meus colegas da turma 2017/1 do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) que estiveram presentes em todas etapas do curso sonhando juntos, aos que pararam no meio do caminho e aos que chegam à conclusão do sonho, estamos colhendo os frutos de muito esforço. Um muito obrigado em especial ao grupo de pesquisa Laboratório de Anatomia Humana e Aprendizagem Interativa (LabAnatomiaInterativa) por todas as contribuições e companheirismo durante o desenvolvimento deste trabalho. Aos que participaram e apoiaram nos estudos de caso, testando e contribuindo com meu projeto. À professora Dra. Cristiane Meneghelli Rudolph e aluna Bruna Scheffer Bueno, do curso de Fisioterapia da UFSC, que foram fundamentais durante todo o desenvolvimento para a concretização deste trabalho.

Agradeço à minha colega Karolini Rodrigues da Conceição que esteve presente não só no grupo de pesquisa, mas em várias disciplinas, foram muitas noites e fins de semana trabalhando. À Gisele Cardoso, uma colega que se tornou uma grande amiga, um muito obrigado pela ajuda que me destes no decorrer de todo curso. À equipe do Laboratório de Mídia e Conhecimento (Labmidia), que se reuniam toda semana para

trocamos experiências (muitos desabafos), essas reuniões marcaram muito minha vida, foi nelas que pude ver a alegria de quem estava iniciando e concluindo o curso e da angústia dos que estavam “*atolados*” de trabalhos para fazer.

Aos colegas e professores que fazem parte do colegiado delegado. À Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade deste sonho ser possível e a todos os professores do PPGTIC pelos seus ensinamentos e colaborações. Aos integrantes da banca examinadora por terem aceitado o convite e pelas contribuições para o melhoramento deste trabalho. À CAPES que me financiou no último ano com bolsa de pesquisa. Enfim, a todos que de alguma forma deram sua contribuição para que este sonho se tornasse realidade, um muito obrigado.

RESUMO

Muito se tem discutido nos últimos anos sobre os efeitos da utilização de ambientes virtuais interativos e jogos no ensino e aprendizagem, principalmente no que diz respeito à área de ciências da saúde. Partindo do contexto de que os Jogos Sérios com fins educacionais são maneiras de ensinar de forma intuitiva, na área de ciências da saúde esse método tem sido cada vez mais utilizado, pelo fato de ser uma área com grande quantidade de informações a serem assimiladas em um curto espaço de tempo. Mas, para que um Jogo Sério seja adequado e que venha despertar o interesse dos estudantes é importante que ele reproduza com realismo os objetos de estudo, de modo a facilitar a visualização de objetos outrora representados em livros ou modelos anatômicos. Este estudo tem como objetivo identificar os impactos no desempenho de alunos no ensino da anatomia humana do sistema muscular do membro inferior através de um jogo sério com mecanismos de interação no espaço tridimensional. Dentro deste contexto, propôs-se a realização de uma revisão sistemática da literatura de forma a analisar os estudos destinados a examinar a eficácia da utilização dos jogos direcionados ao ensino de conteúdos de anatomia humana. A partir disso, com a participação de especialistas em anatomia humana projetou-se e desenvolveu-se um jogo sério para o ensino da anatomia humana do sistema muscular incluindo funcionalidades para permitir que usuários acessem interativamente diferentes camadas de músculos e tendões do membro inferior. Mediante a aplicação de estudos de casos envolvendo usuários especialistas em Anatomia Humana e estudantes da área de ciências da saúde, foi possível avaliar a usabilidade do jogo sério intitulado EducaAnatomia3D para o sistema muscular por meio de um questionário de satisfação. A partir da análise dos dados, os resultados mostraram que o jogo sério para o sistema muscular apresentou uma aceitabilidade satisfatória por parte dos usuários, sendo recomendado por professores e estudantes da área de ciências da saúde como ferramenta de ensino de Anatomia Humana. Deste modo, percebe-se a necessidade de mais estudos a fim de analisar impactos adicionais na utilização do jogo sério do sistema muscular.

Palavras-chave: Ambientes Virtuais Interativos; Jogos Sérios; Anatomia Humana Interativa; Sistema Muscular.

ABSTRACT

Much has been discussed in recent years on the effects of the use of interactive virtual environments and games in teaching and learning, especially in the area of health sciences. Based on the context that the Serious Games for educational purposes are intuitive ways of teaching, in the area of health sciences this method has been increasingly used, because it is an area with a large amount of information to be assimilated into a short time. But for a Serious Game to be appropriate and to arouse the students' interest it is important that it realistically reproduce the objects of study so as to facilitate the visualization of objects once represented in books or anatomical models. This study aims to identify the impacts on students' performance in teaching the human anatomy of the lower limb muscular system through a serious game with interaction mechanisms in three-dimensional space. Within this context, a systematic review of the literature was proposed in order to analyze the studies to examine the effectiveness of the use of games directed to the teaching of human anatomy contents. From this, with the participation of specialists in human anatomy, a serious game for the teaching of the human anatomy of the muscular system was designed and developed, including functionalities to allow users to interactively access different layers of muscles and tendons of the lower limb. Through the application of case studies involving expert users in Human Anatomy and students in the area of health sciences, it was possible to evaluate the usability of the serious game entitled EducaAnatomy3D for the muscular system through a satisfaction questionnaire. From the analysis of the data, the results showed that the serious game for the muscular system presented a satisfactory acceptability by the users, being recommended by teachers and students of the area of health sciences as a teaching tool of Human Anatomy. It is perceived the need for further studies in order to analyze additional impacts in the use of the serious game of the muscular system.

Keywords: Interactive Virtual Environments; Serious Games; Interactive Human Anatomy; Muscular System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acesso ao EducaAnatomia3D	61
Figura 2 - Salas virtuais.....	62
Figura 3 - Página inicial do EducaAnatomia3D.....	62
Figura 4 - Mapa conceitual do EducaAnatomia3D	63
Figura 5 - Modelo do sistema muscular do membro inferior	65
Figura 6 - Estrutura do sistema muscular	67
Figura 7 - Tecnologias utilizadas	69
Figura 8 - Identificação dos objetos na biblioteca BodyParts3D©	72
Figura 9 - Separação dos objetos músculos e tendões.....	74
Figura 10 - Opções do menu para as vistas das regiões do membro inferior	75
Figura 11 - Parte do menu hierárquico do sistema muscular	76
Figura 12 - Visualização das regiões do membro inferior.....	77
Figura 13 - Exemplo da utilização do framework Babylon.js	77
Figura 14 - Protótipo da fase de apresentação do conteúdo	78
Figura 15 - Fase de apresentação do conteúdo do sistema muscular.	79
Figura 16 - Apresentação do conteúdo do músculo reto femoral	79
Figura 17 - Seleção de músculos por camadas.....	81
Figura 18 - Camada de músculos profundos selecionado	81
Figura 19 - Escolha da região.....	83
Figura 20 - Questões discursivas da região	83
Figura 21 - Questões discursivas específicas	84
Figura 22 - Questão de múltipla escolha.....	85
Figura 23 - Feedback da sessão de estudos.	86
Figura 24 - Ranking geral.....	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Seleção de documentos por países	41
Gráfico 2 - Características de qualidade da informação	44
Gráfico 3 - Nível de participação	46
Gráfico 4 - Requisitos analisados	47
Gráfico 5 - Médias dos fatores de usabilidade no estudo de caso com UFA e UFE	95
Gráfico 6 - Questões em estudo de caso e pós-estudo de caso.....	98
Gráfico 7 - Aproveitamento pós-teste e pós-estudo de caso.	100
Gráfico 8 - Desempenho na avaliação tradicional.....	101
Gráfico 9 - Aproveitamento geral utilizando o jogo sério.....	103
Gráfico 10 - Médias dos fatores de usabilidade em estudo de caso com UFE	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fases do ciclo de vida e etapas do jogo sério.....	64
Quadro 2 - Músculos do membro inferior.	66
Quadro 3 - Fatores de usabilidade.....	93
Quadro 4 - Questões da escala likert do questionário de satisfação	94
Quadro 5 - Respostas das questões discursivas (UFA e UFE)	97
Quadro 6- Respostas das questões discursivas (UFE).....	105
Quadro 7 - Estatística de confiabilidade de estudo com UFA e UFE	108
Quadro 8 - Estatística de confiabilidade de Estudo com UFE.....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Strings de busca de acordo com as bases estipuladas.....	36
Tabela 2 - Critérios de Exclusão	37
Tabela 3 - Resultados da RSL por ano, base de dados e tipo de estudo...	39
Tabela 4 - Média aritmética das questões do Estudo com UFA e UFE .	108
Tabela 5 - Média aritmética de cada questão de estudo com UFE.....	109

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D - Tridimensional
AI - Ajuda da Interface
AP - Aprendizagem
AR - Realidade Aumentada
CA - Controle que o ambiente proporciona
CC - *Creative Commons Attribution-Share Alike*
CC BY - SA *Creative Commons Attribution-Share Alike*
CG - Computação Gráfica
CSS3 - *Cascading Style Sheets*
DBCLS - *Database Center for Life Science*
DGBL - *Digital Game-Based Learning*
EC - Estudos comparativos
EF - Eficiência
ETD - Equipe Técnica de Desenvolvimento
GPL - *General Public License*
HTML5 - *HyperText Markup Language*
I - *IEEE Xplore* ®
P - *PUBMed* ®
PHP - *Personal Home Page*
PPGTIC - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação
RSL - Revisão Sistemática da Literatura
S - *SCOPUS Elsevier*
SA - Satisfação
SUMI - *Software Usability Measurement Inventory*
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFA - Usuário Final Aprendiz jogador
UFE - Usuário Final Especialista de domínio
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
VR - Realidade Virtual
WebGL - *Web Graphics Library*
WoS - *Web Of Science* ®

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	29
1.2	OBJETIVOS	31
1.2.1	Objetivo geral	31
1.2.2	Objetivos específicos	31
1.3	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	31
1.4	ADERÊNCIA DO OBJETO DE PESQUISA AO PPGTIC	33
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	33
2	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	35
2.1	PLANEJAMENTO	35
2.2	ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO.....	35
2.2.1	Busca sistemática na Literatura	35
2.3	ANÁLISE DOS ESTUDOS DA REVISÃO.....	38
2.3.1	Requisitos de qualidade da informação	43
2.3.2	Participação do Usuário Final Especialista	45
2.3.3	Avaliação pelo Usuário Final Avaliador	46
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA REVISÃO	48
3	REFERENCIAL TEÓRICO	51
3.1	AMBIENTES VIRTUAIS INTERATIVOS	51
3.1.1	Jogos Digitais e Jogos Sérios no Ensino e Aprendizagem ...	52
3.2	ANATOMIA HUMANA E O SISTEMA MUSCULAR.....	54
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	57
4.1	TIPIFICAÇÃO E UNIVERSO DA PESQUISA.....	57
4.2	GERAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	58
5	PROJETO DO JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D	61

5.1	PROJETO DO JOGO SÉRIO DO SISTEMA MUSCULAR..	63
5.2	TECNOLOGIAS UTILIZADAS.....	69
5.3	PREPARAÇÃO DO MATERIAL	71
5.4	MODELAGEM DOS OBJETOS 3D	72
6	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA MUSCULAR.....	75
6.1	FASE DE APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO	75
6.1.1	Interação com Músculos Baseado em Camadas	80
6.2	FASE DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO.....	82
6.3	TESTES DO JOGO SÉRIO	87
7	ESTUDO DE CASO	89
7.1	ESTUDO DE CASO COM OS UFA E UFE	89
7.2	ESTUDO DE CASO COM OS UFE.....	91
8	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	93
8.1	RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO COM UFA E UFE	95
8.2	RESULTADOS DO PÓS-ESTUDO DE CASO	98
8.3	DESEMPENHO NA AVALIAÇÃO TRADICIONAL.....	101
8.4	RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO COM UFE	103
8.5	AVALIAÇÃO DE CONFIABILIDADE	106
8.5.1	Avaliação do Estudo de Caso com UFA e UFE.....	107
8.5.2	Avaliação do Estudo de Caso com UFE.....	109
8.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DOS RESULTADOS	110
9	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	111
	REFERÊNCIAS.....	115
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO DOCENTE	125
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO DISCENTE.....	128

APÊNDICE C – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA ANATOMIA I	131
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO PARA O JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D.....	132
APÊNDICE E – AVALIAÇÃO TRADICIONAL DO SISTEMA MUSCULAR.....	135
APÊNDICE F – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO COM UFA E UFE	136
APÊNDICE G – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO COM UFE	137

1 INTRODUÇÃO

Vive-se em uma sociedade cada vez mais informatizada, e em constante transformação (PENTEADO e DAMASCENO, 2016), e os avanços tecnológicos têm contribuído para a melhoria da prestação de serviço em diversas áreas. No contexto educacional não é diferente, novos sistemas e equipamentos têm sido utilizados buscando favorecer processos educacionais em ambientes realistas e interativos (MACHADO *et al.*, 2011). Nesta perspectiva, para o educador ensinar em uma época onde diversos tipos de tecnologias estão disponíveis, o ensino tornou-se um grande desafio. No entanto, esse desafio faz com que o educador avalie novas formas de aplicar o conhecimento levando a busca por novas metodologias e estratégias construtivas para o bom andamento tanto na prática docente como no aprendizado construtivo do aluno.

A utilização de estratégias inovadoras de ensino e de aprendizagem permite desenvolver a autonomia do aprendiz, frente às possibilidades encontradas em seu cotidiano. Para Freire (2006), a autonomia é uma construção cultural, não é algo natural, depende da relação do homem com os outros e destes com o conhecimento, portanto, o ato de ensinar é fundamental. Ensinar utilizando estratégias educacionais com formato digital tem permitido aos discentes desenvolverem suas competências e habilidades de forma mais proativa, fazendo com que os mesmos saiam da zona de ouvintes passivos para a zona de construtores do conhecimento (GOMES *et. al.*, 2016).

Buscando pela combinação de conteúdo educacional em uma plataforma tecnológica projetada para engajar o aprendiz, surgiram os jogos educativos e o aprendizado denominado aprendizagem baseada em jogos digitais (DGBL do *inglês*, *Digital Game-Based Learning*), ou os chamados jogos sérios que se caracterizam por transmitir um conteúdo educacional ou de treinamento ao usuário. Esse método de ensino tornou-se um foco significativo no campo da educação, pois os jogos permitem uma aprendizagem construtiva, situada e experiencial, que é reforçada pela experimentação ativa e imersão no jogo (GIRARD; ECALLE; MAGNAN, 2013). E isso se destaca pelo fato de unir aspectos lúdicos a conteúdo específicos, motivando o processo de aprendizado.

Aliado a isso, um dos setores que têm se beneficiado com a presença dos jogos é o da área de ciências da saúde (MACHADO *et al.*,

2011) e conseqüentemente as dificuldades encontradas no ensino de áreas como anatomia humana tornam os jogos um importante aliado, podendo beneficiar tanto alunos como educadores. Este setor está crescendo dramaticamente, Kato (2012) ressalta que desde 2012 as principais agências de financiamento vêm apoiando o desenvolvimento de jogos inovadores para treinar, educar e até melhorar os tratamentos para os pacientes, afirma ainda que hospitais e escolas de medicina começaram a desenvolver suas próprias simulações de computador e jogos sérios para treinar profissionais de saúde. Isso demonstra a preocupação e importância em atender essa demanda no tocante à educação médica.

Mas, não basta desenvolver jogos apenas para satisfazer essa necessidade, para que um jogo seja adequado à educação médica com conteúdo válido e que venha a despertar o interesse dos estudantes, é importante que ele reproduza com realismo os materiais apresentados e os objetos de estudos. Desta forma, a colaboração com profissionais de saúde desde um estágio inicial de projeto é necessária tanto para garantir que o conteúdo seja válido quanto para que o jogo seja validado do ponto de vista clínico (BROX; FERNANDEZ; TOLLEFSEN, 2011).

Ainda, para despertar o interesse dos alunos no ensino do conteúdo, mundos virtuais fornecem conteúdos com ambientes tridimensionais (3D) onde existe a possibilidade da interação com objetos através de representações virtuais (NICOLAIDOU *et al.*, 2015). Diante disso, os objetos em 3D surgem com a finalidade de apresentar computacionalmente conteúdos dinâmicos, de modo a melhorar a visualização de componentes do corpo humano como o sistema muscular, que é amplo e complexo para ser visualizado em um livro ou modelo anatômico, possibilitando assim através desta tecnologia desenvolver ferramentas de apoio pedagógico como jogos sérios a fim de favorecer o ensino e aprendizagem da anatomia humana.

De modo geral, Jaffer, John e Standfield (2013) enfatizam no resultado de seu estudo, que as atitudes dos estudantes da área de ciências da saúde em relação a jogos na educação da anatomia humana e em relação ao aprendizado com novas ferramentas e ambientes virtuais utilizando objetos em 3D, obtiveram resultados muito favoráveis e satisfatórios, destacando assim, a importância de experiências utilizando novas ferramentas tanto para o aprendizado como uma alternativa de fixação de conteúdos na área médica. Neste contexto, destaca-se um

exemplo destas ferramentas, ou seja, o ambiente virtual interativo EducaAnatomia3D (LEMOS *et al.* 2019), que consiste em um ambiente desenvolvido para a Web, com a finalidade da apresentação de conteúdos relacionados a anatomia humana com apresentação dos objetos de estudos em 3D, com opções de estudos sobre o sistema esquelético, cardiovascular, nervoso e do objeto de estudos deste trabalho o sistema muscular.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O estudo da anatomia humana é um dos departamentos básicos de ciências médicas, o qual apresenta um grande componente curricular. Ensinar a anatomia humana tem sido um grande desafio desde o princípio para muitos educadores, pois além do conteúdo excessivamente grande do currículo, é considerada um assunto desafiador para os estudantes por vários motivos (GOMES, MARINHO e CARNEIRO, 2016).

Dinsmore, Daugherty e Zeitz (2001) apontam que a complexidade do assunto, a natureza do assunto, o impacto psicossocial da dissecação são fatores que têm o potencial de provocar e exponencialmente aumentar o medo, principalmente na dissecação de cadáveres, reduzindo assim, o interesse dos alunos no curso. Neste aspecto, Anyanwu (2013) reforça que estresse, medo, falta de confiança, falta de compreensão do assunto foram identificados como algumas das principais razões para o fraco desempenho dos alunos no curso, tanto nos níveis de graduação como de pós-graduação.

Além disso, Gomes, Marinho e Carneiro (2016) apontam que nesta área existem as fragilidades do material educacional utilizado pelos docentes para aprendizagem dos alunos, pois o estudo anatômico para estudantes na maioria das instituições de ensino superior é realizado através de uma combinação de palestras didáticas, estudo autodirigido com livros didáticos e sessões práticas de laboratório, onde a dissecação e a observação de material de cadáveres podem ser realizadas (CODD e CHOUDBURY, 2011), no entanto, ambos têm suas vantagens e desvantagens. O estudo em cadáveres dá ao estudante a oportunidade de observar as estruturas do corpo, porém é limitado em sua capacidade de conferir informações teóricas, além de Cabral e Barbosa (2005) dialogarem sobre a limitação deste método de estudo pelas dificuldades

impostas pelas questões éticas que cercam seu uso, e obstáculos como o fato de em muitas universidades o acesso a esse material ser estritamente controlado. Além disso, existem limitações de ambientes e docentes disponíveis para realizar este tipo de estudo, restringindo os alunos em muitas situações a estudos teóricos.

Já os livros didáticos de acordo com Codd e Choudbury (2011), são usados em conjunto com o material de cadáveres para ajudar o aluno a identificar as estruturas 3D e fazer ligações entre a anatomia e fisiologia humana, sendo facilmente utilizados independentemente do cadáver para aprender e pode ser levado para estudo particular; no entanto, ele só pode exibir informações visuais sobre uma estrutura anatômica por meio de diagramas ou fotografias que são apresentadas em um plano bidimensional nas páginas do livro. De modo geral, devido a várias dificuldades encontradas, os cursos e disciplinas relacionadas à saúde acabam restringindo-se a aulas com palestras orais, vídeos instrutivos, modelos de plástico e materiais impressos para o ensino de anatomia, podendo afetar a experiência de aprendizado dos alunos e, em última análise, a extensão da aquisição de conhecimento (RUTTY *et al.*, 2017).

Neste contexto, os *softwares* de apoio ao ensino e aprendizagem como ambientes virtuais interativos e jogos com fins educacionais tendem a auxiliar o aluno na fixação de conteúdos como complemento aos conteúdos passados tanto através de aulas teóricas, como práticas. Todavia, a maioria dos *softwares* educacionais são limitados a uso de um grupo específico, a exemplo de universidades em grupos de pesquisas, e quando estão disponíveis na web são de acesso restrito ou pagos. Neste aspecto, Vasconcellos (2016) destaca uma grande criação de barreiras econômicas para o acesso à informação, e isso acaba prejudicando o progresso do conhecimento e da ciência principalmente nos países com menos recursos. Muitos *softwares* disponíveis ainda são incompletos, onde os alunos têm acesso a alguns conteúdos limitados, ou quando encontram algum *software* nem sempre está em seu idioma, como é o caso do Brasil, em Português.

Dentro deste contexto, identificou-se a pergunta de pesquisa descrita a seguir: “Qual o impacto de jogos sérios interativos tridimensionais em estudantes da área de ciências da saúde para o estudo da anatomia humana do sistema muscular do membro inferior?”

1.2 OBJETIVOS

A seguir são listados os objetivos gerais e específicos que se buscou alcançar com o desenvolvimento da presente pesquisa.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral visa a investigar o impacto do jogo sério proposto com mecanismos de interação no espaço tridimensional em estudantes de ciências da saúde no ensino de anatomia humana do sistema muscular do membro inferior.

1.2.2 Objetivos específicos

Para se chegar aos objetivos específicos definidos foram estipuladas as seguintes etapas:

- Realizar uma revisão sistemática da literatura sobre ambientes virtuais interativos e jogos sérios para o ensino na área de ciências da saúde;
- Mapear em conjunto com especialistas em Anatomia Humana os requisitos de interação fundamentais que devem estar presentes em ambientes virtuais interativos para o ensino do sistema muscular do membro inferior;
- Projetar e desenvolver um jogo sério interativo para o ensino de anatomia humana do sistema muscular do membro inferior levando em consideração uma equipe interdisciplinar;
- Avaliar os impactos do jogo sério interativo proposto por meio de estudos de caso e avaliação de desempenho dos estudantes da área de ciências da saúde;
- Analisar os dados dos estudos de caso por meio de análises estatísticas.

1.3 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Para melhorar a situação do desempenho de alunos na anatomia humana, educadores vêm realizando esforços para aprimorar as

abordagens do ensino anatômico (SMITH e POPLETT, 2002). Neste contexto, a utilização de estratégias inovadoras de ensino torna-se essencial para um docente da área médica, uma vez que as mesmas transformam o ambiente educacional, tornando-o mais agradável e prazeroso, facilitando, assim, a aprendizagem significativa do discente. Nesta perspectiva, as ferramentas educacionais têm permitido aos discentes desenvolverem suas competências e habilidades de forma mais proativa, fazendo com que os mesmos saiam da zona de ouvintes passivos para a zona de construtores do conhecimento cada vez mais motivados a aprenderem.

Pereira *et al.* (2018) destacam que por muitos anos o ensino da anatomia se concentrou nos métodos tradicionais, porém os avanços tecnológicos levaram ao desenvolvimento de inúmeras ferramentas *online*, que estão revolucionando o estudo da anatomia humana. Assim sendo, através de aplicações tecnológicas cada vez mais disponíveis aos alunos, é possível realizar a exploração extensiva de aspectos fundamentais para o entendimento da estrutura de sistemas do corpo humano em função da Anatomia Humana.

Porém, Batista *et al.* (2017) enfatizam que ainda existem certas limitações, pois a maioria destes ambientes virtuais para o ensino de Anatomia Humana encontrados na literatura, apresentam diversos sistemas do corpo humano a partir do ponto de vista de um atlas 3D como é o caso do Biodigital Human © (2019). Por esse motivo precisa-se de ferramentas que vão além de atlas 3D. Neste aspecto, Nicolaidou (2015) ressalta que evidências indicam que os jogos sérios se alinham aos estilos de aprendizagem preferidos dos estudantes de medicina, pois os motiva no aprendizado de conteúdos considerados excessivamente grandes e complexos. E, DiCarlo (2009) complementa destacando que alunos inspirados e motivados buscam o conhecimento de diferentes maneiras e aprendem melhor. Assim sendo, a concepção de ferramentas como ambientes virtuais interativos e jogos sérios vem evoluindo em uma velocidade cada vez maior, o que possibilita uma expansão da adoção de recursos tecnológicos que eventualmente contribuirão no processo de ensino e aprendizagem da anatomia humana.

Diante disso, a utilização de estratégias educacionais inovadoras como o uso de ambientes virtuais com recursos como jogos e representações gráficas em 3D, tem a capacidade de ser um facilitador da

aprendizagem. Deste modo, os alunos experimentarão um ambiente realista, com uma grande facilidade de visualização de informações e possibilidade de interação com o objeto de estudos (PEREIRA; LEMOS; FIUZA, 2018a), que outrora não era possível através de outros materiais de aprendizagem teóricos. Métodos de estudo como este servem de suporte ao estudo prático além de fornecer maior flexibilidade, permitindo assim, que os alunos escolham o lugar, o tempo, o ritmo e o processo de aprendizado.

1.4 ADERÊNCIA DO OBJETO DE PESQUISA AO PPGTIC

O Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC) é um programa Interdisciplinar estruturado em três linhas de pesquisa abrangendo as áreas de Tecnologia Educacional, Tecnologia Computacional e Tecnologia, Gestão e Inovação (BRASIL, 2017). Por sua vez, o presente trabalho atende a área de concentração do programa, na linha de pesquisa Tecnologia Educacional, porém com viés no campo de pesquisa Tecnologia Computacional.

A aderência ao PPGTIC se caracteriza por ser um trabalho exploratório no campo educacional sobre a contribuição para a área da saúde com uma forma alternativa de aprendizagem que tem potencial para beneficiar tanto o aluno como o educador, sendo utilizada na aprendizagem tanto em sala de aula como ferramenta de apoio pedagógico tanto fora da sala de aula, como apoio ao estudo, também se caracteriza no campo de pesquisa computacional, tendo em vista o estudo de técnicas interativas em um jogo sério para o ensino da anatomia humana do sistema muscular, contribuindo com o desenvolvimento do ambiente virtual interativo EducaAnatomia3D. A pesquisa também tem caráter interdisciplinar que é uma das premissas do programa, tendo em vista que envolve a áreas da saúde como Anatomia Humana e Educação.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A organização do presente trabalho se deu em oito capítulos, a seguir é apresentado o que será abordado em cada capítulo:

Neste primeiro capítulo foi descrito num contexto geral o assunto do estudo, seguido pela contextualização do problema e a justificativa

para a realização do presente trabalho, os objetivos que se pretende alcançar, a aderência ao programa e a organização da dissertação.

O segundo capítulo apresenta uma revisão sistemática da literatura, com a finalidade de pesquisar o estado da arte sobre ambientes virtuais interativos e jogos sérios para o ensino de anatomia humana. No terceiro capítulo é abordada a fundamentação teórica a fim de contextualizar os assuntos que são discutidos neste trabalho. O quarto capítulo descreve os procedimentos metodológicos empregados no desenvolvimento da pesquisa.

No quinto capítulo são apresentadas as etapas do projeto do ambiente, bem como, as tecnologias empregadas no desenvolvimento do *software*. Também neste capítulo é detalhado o desenvolvimento do jogo sério, por meio das seguintes etapas: preparação do conteúdo do jogo sério, modelagem dos objetos, desenvolvimento do jogo e os testes realizados no jogo.

O sexto capítulo tem como objetivo mostrar o roteiro para a realização dos estudos de casos utilizando o sistema muscular. No sétimo capítulo são apresentadas as discussões dos resultados obtidos nos estudos de casos. Por fim no oitavo capítulo, discutem-se as considerações finais apresentadas neste trabalho, bem como sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A metodologia utilizada neste estudo segue os critérios definidos por Freire (2013) e consiste em uma pesquisa de natureza aplicada e exploratória, que segundo a autora tem como objetivo promover a primeira aproximação com o tema para conhecer os fatos e fenômenos relacionados. A avaliação foi realizada em pares, com a busca pelos mesmos descritores por parte dos três autores do trabalho. A partir da revisão sistemática da literatura (RSL) foi escolhida a análise bibliométrica para analisar os dados bibliográficos. Para realizar este trabalho, foram desenvolvidas duas etapas: Planejamento e Estratégias de Execução.

2.1 PLANEJAMENTO

No planejamento foram definidos os seguintes níveis de pesquisa: a questão da pesquisa, as bases de dados utilizadas, os descritores e os critérios utilizados na inclusão e exclusão dos artigos. A RSL foi definida como necessária para responder à questão de como se dá a evolução dos estudos teóricos e empíricos relacionados à utilização de ambientes virtuais interativos por meio de jogos para o estudo e aprendizagem da anatomia humana.

A RSL também procura investigar a participação dos principais grupos de pessoas envolvidas no desenvolvimento de *software*, levando em consideração três aspectos essenciais: requisitos de qualidade de *software*, envolvimento de especialistas no desenvolvimento do *software* e avaliação final do *software*.

2.2 ESTRATÉGIAS DE EXECUÇÃO

As estratégias de execução mostram a etapa de coleta de dados para os estudos. A próxima seção descreve como foram feitas as representações dessas análises dos dados.

2.2.1 Busca sistemática na Literatura

Como estratégia para execução da busca sistemática na literatura

utilizou-se quatro bases de dados:

- S - SCOPUS Elsevier ®;
- W - Web of Science ®;
- I - IEEE Xplore ®;
- P - PUBMed ®;

A seleção das bases de dados foi feita com base na representatividade acadêmica que estas têm mundialmente e, por isso, os termos de busca foram definidos no idioma inglês. Na realização das buscas por documentos na literatura estipularam-se as seguintes etapas:

Primeira Etapa: Definição dos termos e critérios de busca. Foram utilizadas as buscas encadeadas nas bases de dados e os seguintes números de documentos foram encontrados conforme os descritores, estipulados na Tabela 1.

Tabela 1 - *Strings* de busca de acordo com as bases estipuladas

Strings de Busca	Bases de Dados			
	S	I	W	P
((<i>education</i>) AND (" <i>DGBL</i> " OR " <i>serious gam*</i> " OR " <i>educational gam*</i> ") AND (" <i>human anatom*</i> " OR " <i>interactive anatom*</i> " OR <i>health</i>))	491	116	240	58

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Para garantir o mesmo resultado com relação à semântica das *strings*, os descritores ou *strings* de busca definidos na Tabela 1, foram utilizados da mesma forma em todas as bases de dados, o objetivo principal foi obter resultados que correlacionam com os descritores estipulados. As *strings* de busca de forma geral abordam três assuntos, “*education*” para obtermos artigos voltados a educação, “*DGBL*”, “*serious gam**” e “*educational gam**” com o intuito de abranger os artigos relacionados a jogos para ensino e aprendizagem, e por fim utilizou-se três termos com o objetivo de obter artigos relacionados à área

de anatomia, abordando as *strings* “*human anatom**”, “*interactive anatom**” e “*health*”. Ou seja, o objetivo era encontrar artigos que abordassem de uma forma mais ampla o assunto relacionado a jogos voltados à educação na área de anatomia.

Segunda Etapa: Limitação da busca de artigos completos. Aplicado para poder compreender melhor os objetivos, conceitos, temas e conclusões dos documentos. Refinou-se a busca e restaram na Scopus 197 publicações, IEEE com 116 publicações, na WoS 113 publicações e na PUBMed 8 artigos.

Terceira Etapa: Avaliação crítica dos estudos encontrados. A partir desta etapa realizou-se a exclusão da quantidade de documentos, conforme os critérios mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Critérios de Exclusão

Critérios	Scopus	IEEE	WOS	PUBMed
I	43	44	31	-
II	-	10	16	1
III	35	32	41	3
IV	86	15	18	2
V	22	10	6	1
Resultado	11	5	1	1

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A seguir são descritos detalhadamente como se procedeu a aplicação dos critérios de exclusão definidos na Tabela 2.

- I. Artigos de acesso restrito: Este critério excluiu todos os artigos que não puderam ser acessados pelos serviços da biblioteca da UFSC. Os artigos somente foram excluídos após esgotar todas as tentativas de adquiri-los pela biblioteca da UFSC.
- II. Artigos repetidos: Neste critério foi verificada a existência de documentos repetidos nas bases de dados utilizadas.
- III. Título, resumo e palavras-chaves não relacionados aos

descritores pesquisados: Foi realizada uma nova leitura no título, resumo e palavras chaves para verificar se o artigo se relaciona com a pesquisa.

- IV. Resumo, introdução e conclusão não relacionados com os descritores: Neste critério foi feita a leitura detalhada dos resumos, introdução e conclusão para analisar se o assunto se relaciona com a pesquisa.
- V. Assunto não relacionado com pesquisa: Esse critério exclui os artigos que depois de realizada a leitura completa do artigo, percebeu-se que o assunto não se relacionava com a pesquisa.

Quarta Etapa: Análise dos documentos restantes. Os 18 documentos restantes foram analisados e categorizados para aprofundar o conhecimento dos estudos.

2.3 ANÁLISE DOS ESTUDOS DA REVISÃO

A partir da triagem realizada por meio da RSL, obteve-se uma seleção de documentos, onde se procurou analisar a presença de aspectos em comum entre eles. A Tabela 3 mostra cada documento com o ano de publicação, base de dados e tipo de estudo apresentado. Ao analisar os tipos de estudos apresentados por cada autor, procurou-se identificar os métodos e metodologias que esses autores estavam utilizando para testar essas novas ferramentas em sala de aula. Por isso foram definidos os três tipos de estudos, os quais foram apresentados em cada documento como:

- EC1: Estudos comparativos em grupos com a utilização de *software* e método tradicional: Este tipo de estudo procurou analisar estudos de casos onde um grupo testou o *software* e outro grupo aprendeu o conteúdo de forma tradicional.
- EC2: Estudos comparativos em grupos com e sem conhecimento prévio, com conteúdo diferente no *software*, níveis de escolaridades ou tempo diferentes. Este tipo de estudo procurou analisar situações em que sempre houve a utilização de *software*, porém comparando diferentes situações:
 1. Estudo em grupos que tinham estudado o conteúdo em contrapartida, os que não tiveram contato com o conteúdo do *software*.

2. Grupos estudando diferentes conteúdos.
 3. Alunos ingressantes no curso da saúde em contraste com grupo de alunos que estão finalizando o curso.
 4. Estudo realizado em anos diferentes, onde o mesmo grupo usou o *software* e posteriormente voltou a usar um tempo depois disso, levando em consideração a fixação do conteúdo.
- EC3: Estudos comparativos em grupos entre mais de uma abordagem ou tipo de jogos. Este tipo de estudo analisa a utilização de duas abordagens ou jogos diferentes em grupos diferentes.

Tabela 3 - Resultados da RSL por ano, base de dados e tipo de estudo

Autor	Ano	Base	Tipo de Estudo
Akl, E.A. <i>et al.</i>	2008	Scopus	EC2
Knight, J. F. <i>et al.</i>	2010	Scopus	EC1
Hannig, A, <i>et al.</i>	2012	Scopus	EC2
Wiemeyer, J, J., Schneider, P.	2012	Scopus	EC1
Buttussi, F., <i>et al.</i>	2013	Scopus	EC2
Graafland, M, <i>et al.</i>	2014	Scopus	EC2
Guo, J., Singer, N., Bastide, R.	2014	IEEE	EC2
Ney, M., Gonçalves, C., Balacheff, N.	2014	Scopus	EC3
Terzidou, T., Tsiatsos, T.	2014	IEEE	EC1
Day-Black, C. <i>et al.</i>	2015	Scopus	EC3
Ferreira, V. M. F. <i>et al.</i>	2015	IEEE	EC2
Nicolaidou, I. B. A <i>et al.</i>	2015	Scopus	EC2

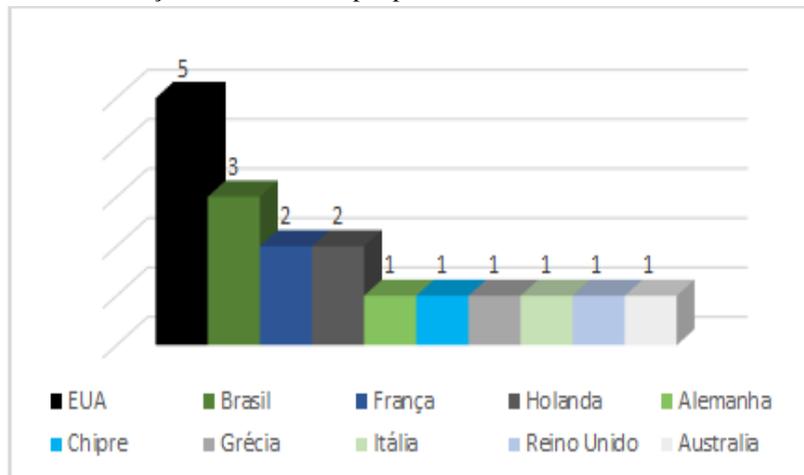
Andrade, K. O. <i>et al.</i>	2016	IEEE	EC2
Babichenko. D <i>et al.</i>	2016	IEEE	EC2
Mawhirter, D. A. , Garofalo, P. F.	2016	Scopus	EC3
Tan, A.J.Q. <i>et al.</i>	2017	Scopus	EC1
Dankbaar, M. E. <i>et al.</i>	2017	Pubmed	EC1
Paim, C. P. P., Goldmeier, S.	2017	WoS	EC2

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Os resultados mostram que a cada ano que passa profissionais da educação tem procurado desenvolver pesquisas que comprovem a eficácia da utilização de novas ferramentas de auxílio para a aprendizagem da anatomia humana e com base nos resultados da Tabela 3 pode-se observar através da seleção, documentos relevantes a partir de 2008. Além disso, percebe-se que o tema em estudo recebeu uma grande atenção de 2014 a 2016 que juntos somam 11 documentos abordando o assunto, representando assim, mais de 60% dos documentos selecionados.

Quanto aos países que mais publicam sobre a utilização de ambientes virtuais interativos por meio de jogos sérios para o estudo e aprendizagem da anatomia humana, mostram que somados, o Brasil juntamente com os EUA representa 1/3 dos países que mais pesquisam sobre o assunto. De acordo com os dados, dos 18 documentos selecionados, 8 artigos são de estudos provenientes dos Estados Unidos e do Brasil, que juntos somam um terço das publicações sobre o assunto, os demais 10 documentos estão distribuídos nos demais 8 países, o Gráfico 1 mostra esses resultados.

Gráfico 1 - Seleção de documentos por países



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Quanto ao tipo de estudos apresentados na Tabela 3, os dados mostram que dos 18 documentos selecionados, 5 documentos apresentam o tipo de estudo EC1. Este tipo de estudo diz respeito à aplicação de um determinado conteúdo onde foi utilizado um jogo sério projetado para a área da saúde, e foi feito um estudo de caso, comparando um grupo utilizando o jogo sério, e outro grupo aprendendo o mesmo conteúdo de forma tradicional, através de aula expositiva (KNIGHT *et al.*, 2010; TAN *et al.*, 2017; DANKBAAR *et al.*, 2017).

Dos 18 documentos, 10 artigos apresentaram o tipo de estudo EC2, que procurou avaliar grupos utilizando o mesmo *software*, porém em situações diferentes. O documento de Paim e Goldmeier (2017) realizou um estudo de caso comparando alunos com conhecimento prévio do assunto, e alunos sem o conhecimento do assunto. Já os autores Guo, Singer, Bastide (2014) e Hannig *et al.* (2012), realizaram estudos com métodos comparativos entre escolaridade de estudantes, onde o primeiro analisou grupos de alunos calouros dos cursos da área da saúde, alunos veteranos, e profissionais já formados e o outro uma comparação de aprendizagem de turmas diferentes, porém do mesmo nível de conhecimento sobre o assunto. Ainda no tipo de estudo do tipo EC2,

houve a situação em que o estudo envolveu o mesmo *software* para duas turmas, porém com conteúdo diferente (AKL *et al.*, 2008). Além disso, Buttussi *et al.* (2013) avaliaram o jogo em tempos diferentes, ou seja, aplicou-se o jogo sério em uma turma e voltou-se a aplicar o mesmo jogo após 3 meses, com o intuito de avaliar a retenção do conteúdo durante os 3 meses.

Na categoria EC3 (artigos com a aplicação de mais de uma abordagem) foram identificados 3 documentos. Essa categoria mostra a avaliação de grupos com mais de uma abordagem, como a utilização de um grupo com um jogo educacional em comparação a outro com jogos sérios e um terceiro grupo com simulação sobre conteúdo da área da saúde (NEY; GONÇALVES; BALACHEFF, 2014). Também teve casos de comparação entre mais de um tipo de jogo, por exemplo, a utilização de 2 jogos sérios (DAY-BLACK, 2015), para analisar qual melhor se adapta ao curso.

Os resultados obtidos através da análise do tipo de estudos abordados em cada documento mostram que os autores estão preocupados em avaliar a melhor metodologia ou estratégia de avaliação, levando em consideração aplicação de estudos por meio do uso de um grupo de controle, ou aplicação de uma nova ferramenta em diferentes condições no ambiente de ensino, com o intuito de analisar qual a melhor forma de utilização das novas tecnologias no ambiente de ensino.

Pensando em desenvolver métodos e ferramentas de ensino que melhor se adapte na sala de aula, estudos apontam que o mercado tem apresentado um forte crescimento da indústria de jogos sérios, principalmente nos setores da saúde que muito têm se interessado. As dificuldades encontradas na obtenção de materiais de laboratório, validação de produtos e treinamento de pessoal, tornam as tecnologias interativas, a exemplos de jogos, um importante aliado para o ensino na área da saúde, beneficiando estudantes e profissionais. Hannig (2012) destaca que o desafio de preparar adequadamente os estudantes de medicina para o início da prática futura oferece uma excelente oportunidade para desenvolver e testar aspectos colaborativos de jogos sérios na educação médica. Mas, para que os jogos sérios sejam adequados à aprendizagem médica, é importante que ele reproduza com realismo as situações vivenciadas no cotidiano da área da saúde. Por isso, a importância de um extenso campo de pesquisa para o desenvolvimento

destes jogos, demandando a união multidisciplinar de profissionais para a produção destas aplicações (MACHADO *et al*, 2011). Neste contexto, Schroeder e Hounsell (2016) destacam que os jogos sérios devem ser projetados de forma que os requisitos representem as perspectivas de três grupos diferentes:

- ETD - Equipe Técnica de Desenvolvimento: Geram os requisitos tecnológicos;
- UFE - Usuário Final Especialista de domínio: Geram os requisitos sérios (pedagógicos, terapêuticos, etc.);
- UFA - Usuário Final Aprendiz jogador: Geram os requisitos de entretenimento e usabilidade.

Neste contexto, Brox, Fernandez e Tollefsen (2011) destacam que a colaboração com profissionais de saúde desde um estágio inicial de projeto é necessária tanto para garantir que o conteúdo seja válido e que o jogo seja validado do ponto de vista clínico.

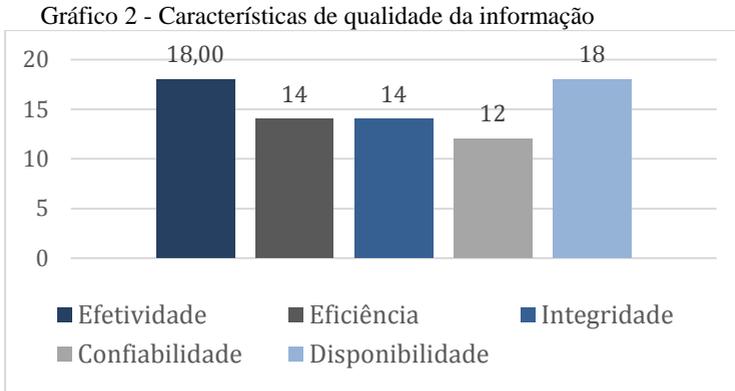
2.3.1 Requisitos de qualidade da informação

Levando em consideração que no desenvolvimento de um *software* cada papel se torna relevante e exigem grandes responsabilidades, a ETD precisa estar sempre atenta a especificações, conteúdos, e termos anatômicos adequados, para garantir a qualidade da informação disponível no *software* e assim a qualidade da interação assume um papel fundamental (Schroeder e Hounsell, 2016). Pensando nisso, o desenvolvedor deve levar em conta algumas características para garantir a qualidade da informação como:

1. Efetividade: verifica se o estudo leva em consideração se o autor do documento atingiu a meta do que propôs;
2. Eficiência: analisa se o resultado do projeto atingiu os objetivos da melhor maneira possível;
3. Integridade: analisa se os documentos descreveram o quanto o *software* está completo e pronto para o que se propôs;
4. Confiabilidade: verifica o quanto a informação apresentada no *software* é confiável e completa sobre o assunto trabalhando;

5. Disponibilidade: considera o quanto a informação estava disponível no momento em que o usuário avaliou o *software*;

Os resultados das características avaliadas nos documentos selecionados na RSL são apresentados no Gráfico 2.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Os resultados obtidos por meio da análise de características foram avaliados através dos projetos propostos e desenvolvidos pela equipe do ETD e também através da etapa de testes com os usuários envolvendo assim a participação do UFA. De acordo com o Gráfico 2, observa-se que todos os casos dos *softwares* testados pelos autores dos documentos apresentaram a característica efetividade, onde os *softwares* atingiram a meta do que se foi proposto.

A característica disponibilidade obteve um resultado semelhante, pois segundo os autores ao testarem seus *softwares* não relataram nenhum problema com essa característica durante o teste com os usuários finais. Alguns problemas que foram relatados dizem respeito ao quesito eficiência e integridade que é o caso de Babichenko *et al.* (2016), onde o autor descreve que o *software* atualmente tem algumas limitações precisando de melhorias para aumentar a eficiência do *software* e ao mesmo tempo tornar-se mais completo para atender ao usuário final. Em alguns casos também houve relatos de melhorias no quesito confiabilidade, como no documento de Mawhirter e Garofalo (2016), que apresentaram como sugestão a adição de uma maior quantidade de

conteúdos e melhorias em alguns conteúdos presentes no *software* aperfeiçoando assim essa característica.

De forma geral, os documentos analisados obtiveram valores satisfatórios no que diz respeito aos requisitos de qualidade de informação que devem ser apresentadas em um *software*. Isso mostra que os desenvolvedores têm se preocupado em produzir algo que atenda aos requisitos de qualidade de informação produzida em um *software*.

2.3.2 Participação do Usuário Final Especialista

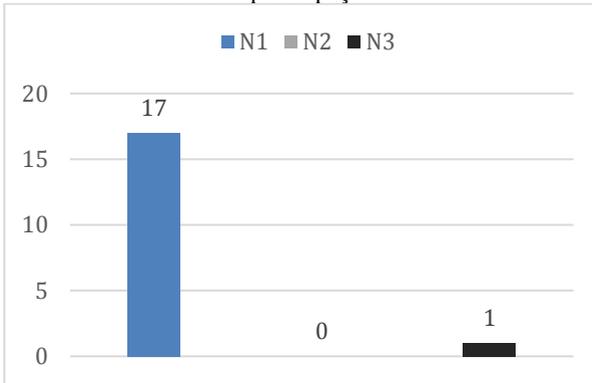
Outro aspecto de grande relevância no desenvolvimento de um *software* é a participação de especialistas (UFE) no desenvolvimento do material a ser apresentado no *software*. Na maioria das vezes, os desenvolvedores de jogos direcionados ao campo da saúde, não possuem conhecimentos específicos nesta área, evidenciando a importância do UFE, pois é ele que preparará o material de estudo necessário a ser apresentado no ambiente, e também avaliará se a ferramenta é adequada aos usuários finais aprendizes (UFA). De acordo com a análise dos documentos, definiram-se padrões de participação de agentes de saúde, a fim de prover o conteúdo que será apresentado no *software*. Assim, os níveis de participação do UFE foram definidos como:

- N1: Especialista totalmente ativo;
- N2: Especialista semi ativo;
- N3: Nenhum envolvimento de especialista ou não informado.

De acordo com os níveis de participação dos agentes UFE, foi definido como N1 aquele especialista que acompanha o desenvolvimento do jogo, com disponibilização e preparação de material adequado a ser apresentado no *software*. Este nível de especialista está presente em todas as fases do desenvolvimento do *software*, além de prover o material necessário e fazer parte do teste final com usuários. Segundo Ferreira *et al.* (2015), os educadores médicos precisam ter cuidado ao utilizarem um jogo, com tipo de conteúdo que será apresentado, às configurações específicas que devem conter no jogo, além de avaliar continuamente se este jogo ajuda a alcançar os objetivos educacionais propostos. Foi definido como N2 o especialista que apenas fornece o material a ser

representado no *software*, mas que não acompanha o desenvolvimento deste, ou seja, sua participação como agente é inativo no decorrer do processo de desenvolvimento do *software*, na utilização e na avaliação. Foi considerado como N3 a falta de envolvimento de especialistas, ou seja, o desenvolvedor é quem providencia todo o conteúdo ou material a ser apresentado no *software*.

Gráfico 3 - Nível de participação



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A partir da análise dos documentos, observa-se que na quase totalidade dos casos, a participação do especialista foi totalmente ativa (N1), com avaliação contínua durante o desenvolvimento do *software*. O caso de N3, diz respeito a um documento (ANDRADE *et al.* 2016) que não houve o acompanhamento ativo de um especialista pelo fato de o jogo ser uma melhoria no *framework* de seu modelo anterior, não necessitando necessariamente do especialista para isso. Brox, Fernandez e Tollefsen (2011) deixam claro que a participação de um especialista no desenvolvimento de um *software* para a área da saúde é indispensável. O Gráfico 3 mostra os resultados conforme cada participação de especialistas.

2.3.3 Avaliação pelo Usuário Final Avaliador

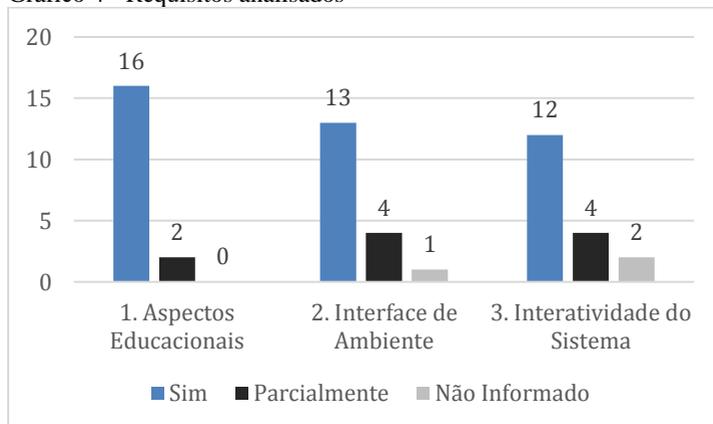
Outro papel fundamental no processo de desenvolvimento de

software é o do UFA, pois é ele que utiliza o *software* e analisa cada detalhe, e por fim fornece sua opinião sobre o desenvolvimento e conteúdo apresentados, para posterior análise da utilização *software*. Neste contexto, Paim e Goldmeier (2017) ressaltam a importância dos especialistas em educação e saúde, juntamente com os alunos, e avaliaram as seguintes áreas temáticas:

1. Aspectos educacionais: corresponde à aprendizagem e eficiência da ferramenta para o ensino;
2. Interface de ambiente: corresponde ao controle que ambiente proporciona, e ajuda da interface;
3. Interatividade do sistema: corresponde a satisfação do usuário;

Este critério analisado teve a finalidade de observar a satisfação do usuário final nestes três quesitos definidos por Paim e Goldmeier (2017). O Gráfico 4 mostra os resultados desta análise.

Gráfico 4 - Requisitos analisados



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O Gráfico 4 mostra os resultados baseados na análise fornecida pelos usuários ao testarem os *softwares* dos documentos selecionados nesta RSL, levando em consideração:

- Sim: Quando os requisitos foram observados na sua totalidade pelo usuário;
- Parcialmente: Quando somente parte do requisito foi observado, precisando assim de melhorias neste aspecto;
- Não informado: Quando não houve informações no documento sobre o assunto.

Nos documentos estudados, os resultados obtidos foram satisfatórios no que diz respeito aos tópicos analisados, mostrando a satisfação da utilização de jogos sérios utilizando recursos didáticos na aprendizagem da anatomia humana. Alguns artigos como de Graafland *et al.* (2014) consideraram a utilização de todos os requisitos citados anteriormente, pois além do tema ser útil, com interface agradável e muito fácil de utilizar, segundo as respostas dos usuários finais, “também foi um jogo totalmente realista”, que os deixou muito motivados. Em Tan *et al.* (2017) observou-se a satisfação dos usuários, com suas respostas ao questionário apresentado “como algo totalmente inovador e único”. Os que obtiveram a análise como parcialmente foi pelo fato de os usuários descreverem alguns aspectos em que deveria apresentar alguma melhoria.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA REVISÃO

Estudos sobre ambientes virtuais interativos e jogos utilizados para o ensino de anatomia representam um papel importante para o processo de ensino e aprendizagem, possibilitando por meio de ferramentas computacionais estimular e facilitar o ensino da anatomia humana. Através da revisão sistemática da literatura foi possível verificar em um primeiro momento o atual estado da arte dos ambientes virtuais interativos para o ensino de anatomia.

Com isso percebeu-se uma crescente preocupação demonstrada através de pesquisas no campo, com maior concentração nos anos de 2014-2016, mas que continuam tendo algumas lacunas até o presente momento devido a algumas limitações identificadas, e que precisam de avaliações para garantir sua verdadeira eficácia a longo prazo. Quanto ao tipo de estudos, apresentados nos documentos, percebe-se que a maioria usou o *software* em várias situações (EC2) com o intuito de observar o melhor método de se utilizar uma nova ferramenta em sala de aula,

seguido por comparações entre um grupo com *software* e outro fazendo uso de métodos tradicionais de ensino (EC1), para avaliar quais grupos obteve melhores resultados. Porém existe muito espaço para mais pesquisas metodológicas que visem avaliar a utilização de uma ferramenta em sala de aula e qual o impacto no desempenho de um aluno em um determinado conteúdo.

A partir dos resultados obtidos com a análise das três perspectivas dos grupos diferentes envolvidos no desenvolvimento, foi possível identificar que no desenvolvimento do ambiente computacional, é importante levar em conta algumas características para garantir a qualidade da informação e a motivação do usuário final a utilizá-lo como uma ferramenta alternativa de aprendizado. Quanto ao envolvimento de especialistas na preparação de material para o *software*, os artigos investigados apresentam uma grande preocupação na participação ativa do especialista na disponibilização de material adequado, para garantir a qualidade do *software* na área específica. Como Brox, Fernandez e Tollefsen (2011) destacam a colaboração com profissionais de saúde desde um estágio inicial de projeto é necessária tanto para garantir que o conteúdo seja válido e que o jogo seja validado do ponto de vista clínico.

Os documentos analisados apresentaram resultados favoráveis quanto à utilização de ambientes virtuais interativos para o ensino de anatomia humana, com a inclusão de jogos sérios no processo de ensino e aprendizagem, porém foi possível verificar oportunidades no aprofundamento de pesquisas do presente estudo, como é o caso de um elemento importante para a interatividade, modelos 3D, que segundo Lemos R. R. *et al.* (2019) o uso de destes permitem que os pesquisadores explorem características interessantes buscando o aumento da qualidade na educação anatômica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo descreve-se o referencial teórico investigado para o desenvolvimento do trabalho.

3.1 AMBIENTES VIRTUAIS INTERATIVOS

Há pouco tempo atrás, o sistema de ensino focava no professor como único e principal detentor do conhecimento e sua metodologia de ensino advinha principalmente de livros, porém esse cenário vem se modificando nas últimas décadas, e essas mudanças devem-se principalmente ao fato da inserção de novas tecnologias na educação. Nesta conjuntura, alunos da geração atual esperam que a tecnologia seja usada para avançar sua aprendizagem exigindo a necessidade de mudar as metodologias tradicionais de aprendizado passivo para uma metodologia de aprendizagem experimental multissensorial ativa (RONDON; SASSI; DE ANDRADE, 2013). Nesta perspectiva, surge a necessidade do professor (re) pensar a utilização de suas metodologias ou estratégias de ensino e aprendizagem (GIL, 2013), incorporando novas mudanças em sua forma de transmitir o conhecimento.

Para Moreira (2005), as estratégias utilizadas por parte dos facilitadores devem proporcionar possibilidades de aprendizagem e conhecimento aos aprendizes, onde o papel do professor é facilitar a aprendizagem e promover situações de ensino que auxiliem e envolvam o aluno em uma ação docente inovadora e comprometida para que ele perceba suas necessidades de aprendizagem (GOMES; MARINHO; CARNEIRO, 2016). Wall, Prado e Carraro (2008) reforçam afirmando que existem diferentes possibilidades para incentivar o aluno na participação no processo de aprendizagem, e neste ponto cabe ao professor selecionar estratégias pedagógicas de acordo com o assunto e condições de ensino.

Pensando nisso, surgem os ambientes virtuais interativos, que consistem em ferramentas que atendem essas necessidades de aprendizagem, e que fazem parte das novas tendências que vem evoluindo em uma velocidade cada vez maior, proporcionando uma expansão da adoção de recursos tecnológicos que contribuem para o processo de ensino e aprendizagem. Essas técnicas e aplicações de ambientes virtuais

dotados de recursos permitem uma melhor interação e imersão do usuário com o conteúdo a ser estudado.

De acordo com Osório *et al.* (2004), a criação desses ambientes virtuais que exploram o uso de entidades com certo grau de inteligência como, por exemplo, a utilização de jogos e os efetivos meios de suas representações gráficas em 3D, aliado a diferentes formas de interações, provêm uma maior dinamicidade, realismo e usabilidade aos ambientes, levando o aluno a uma aprendizagem diferenciada do contexto de sala de aula tradicional.

O interesse na utilização de ambientes virtuais interativos com recursos como jogos e representações gráficas em 3D se dá pelo fato de oferecerem uma possibilidade cada vez maior de representar a informação de um modo realístico, fornecendo assim uma maior intuição na visualização da informação onde o usuário tem a possibilidade da imersão, de navegar e interagir em um ambiente tridimensional, de forma natural e intuitiva.

3.1.1 Jogos Digitais e Jogos Sérios no Ensino e Aprendizagem

Os jogos fazem parte da vida dos indivíduos desde os tempos mais remotos, estando presentes em várias fases da vida, desde a infância até a vida adulta, e ao longo da história, vem influenciando positivamente no desenvolvimento dos aspectos afetivo, físico, social e moral dos que o praticam (GOMES; MARINHO; CARNEIRO, 2016). Com o advento da computação gráfica (CG) em 1960, foi possível desenvolver produtos como imagens digitais, modelos virtuais, tratamento de imagem e a realidade virtual, levando a sua disseminação através dos jogos de computador (digitais), que no contexto educacional rapidamente encontrou aplicações na forma de modelos gráficos gerados por computador, tanto físicos como abstratos, voltados para várias áreas, incluindo a área médica (TORI, 2008).

De acordo com Van Nuland *et al.* (2015), atualmente, os jogos digitais ou aprendizagem baseada em jogos, se tornaram um foco significativo no campo da educação, dentro de um contexto de ambientes virtuais interativos, sendo considerados excelentes ferramentas instrucionais, na medida em que entretêm, motivam, facilitam o aprendizado, além de aumentar a capacidade de retenção do que foi

ensinado.

Do ponto de vista de Ribeiro *et al.* (2015), os jogos utilizados em uma sala de aula podem apresentar-se de duas formas: os que foram criados com fins educacionais e são designados a um uso específico em uma determinada disciplina/conteúdo, ou os criados com fins comerciais onde o professor estabelece uma relação entre o conteúdo que será trabalhado e o conteúdo do jogo. Seja qual for a situação, exige-se do professor um preparo especial para que se possa transpor, de forma didática os conteúdos e informações da disciplina e do jogo, não perdendo de vista que o jogo tem características próprias de entretenimento e que estas, apesar de fundamentais, não devem se sobrepor ao caráter educacional do jogo, quando utilizado com este fim.

Os jogos com propósitos ou fins educacionais podem ser categorizados de várias formas, dentre elas a aprendizagem baseada em jogos digitais (ou *digital game-based learning* - *DGBL* em inglês como é mais conhecido) Do ponto de vista de Erhel e Jamet (2013), *DGBL* é uma atividade competitiva em que os alunos têm metas educacionais destinadas a promover a aquisição de conhecimento, em outras palavras, pode ser considerado como um meio de entretenimento concebido para provocar mudanças cognitivas em seus jogadores. Para Prensky (2001), *DGBL* refere-se ao uso do poder de diversão dos jogos digitais para atender uma finalidade educacional. O principal atrativo da utilização da *DGBL* se dá por ser uma atividade competitiva onde os alunos têm metas educacionais destinadas a promover a obtenção de um determinado conhecimento, ou seja, podem ser concebidos para promover a aprendizagem ou o desenvolvimento de habilidades cognitivas (ERHEL; JAMET, 2013).

Essa realidade retratou-se através de uma pesquisa realizada por Hwang e Wu (2012) no período de 2001 e 2010, que revelou um crescimento na tendência de publicações relacionadas à *DGBL*, principalmente nos Estados Unidos, Inglaterra e China, demonstrando assim que a utilização da *DGBL* é algo que veio para revolucionar os métodos de ensino e aprendizagem em eras modernas.

Outra categoria de jogos com propósitos educacionais, e com os mesmos fins, são os jogos sérios (do inglês *serious games*), que de acordo com Blackman (2005), passou a ser utilizado para identificar os jogos com um propósito específico, ou seja, jogos que extrapolam a ideia de

entretenimento e oferecem outros tipos de experiências, como aquelas voltadas ao aprendizado e ao treinamento. Segundo Savi e Ulbricht (2008), o potencial deles vai muito além do fator “motivação”, pois ajudam os estudantes a desenvolverem uma série de habilidades e estratégias e, por isso, são tratados como importantes materiais didáticos, principalmente em áreas com conteúdos mais complexos, como é o caso da anatomia humana. Nesta área, a utilização dessas ferramentas educacionais pode facilitar os conteúdos que podem ser representados através de objetos em 3D, facilitando assim a compreensão das estruturas anatômicas dos sistemas estudados, que são principalmente onde os alunos têm encontrado maiores dificuldades na aprendizagem. Neste aspecto, Lemos *et al.* (2019) destacam que ferramentas virtuais e jogos digitais vêm ganhando espaço nas aulas teóricas e práticas sendo cada vez mais utilizadas por educadores como uma ferramenta que, através de seu aspecto lúdico, desperta um grande interesse dos alunos, não aprimorando apenas o ensino aprendido, mas também aumentando o potencial do conteúdo do curso.

3.2 ANATOMIA HUMANA E O SISTEMA MUSCULAR

Vários teóricos, como Paulo Freire (2006) já demonstraram que a prática é o grande motivador do aprendizado na educação de adultos. Martins (2006) afirma que um exemplo disso foi observado na área médica mais precisamente no aprendizado das ciências básicas, pelo fato de ser mais interessante e mais produtivo quando o discente se confronta com problemas em um ambiente mais realista possível. Desta forma, estratégias de ensino que exigem a participação ativa do estudante na busca de soluções para problemas reais, ou construídos com objetivos pedagógicos, têm corroborado para o ensinamento desses.

Na educação profissional em saúde, a anatomia humana é uma disciplina indispensável e a base de todos os estudos clínicos. De acordo com Corredera e Santana (2003), seu objetivo de ensino é o conhecimento das estruturas anatômicas e as relações entre elas, bem como o reconhecimento das estruturas anatômicas através de técnicas de imagem, compreensão das bases anatômicas da patologia. Bastos e Proença (2000) destacam que o conhecimento da anatomia é fundamental para a formação dos profissionais de saúde e compreende o estudo macroscópico dos

órgãos e sistemas que compõem o corpo humano, utilizando sua própria terminologia e descrições de inúmeros estudos anatômicos. No ponto de vista de Jordan e Reid (1997), a expectativa comum é de que os cursos de anatomia promovam a compreensão da fisiopatologia, da avaliação clínica e de muitos procedimentos de saúde.

O estudo da Anatomia Humana engloba vários sistemas que trabalham juntos para o funcionamento do corpo humano. Entre esses sistemas, destaca-se o sistema muscular, que apresenta como principais funções a movimentação dos membros e das vísceras (GOMES; MARINHO; CARNEIRO, 2016). O sistema muscular é formado pelo conjunto de 600 músculos que são estruturas individualizadas que cruzam uma ou mais articulações e pela sua contração são capazes de transmitir-lhes movimento, efetuado por células especializadas denominadas fibras musculares.

O sistema Muscular é composto pelos seguintes grupos musculares: Cabeça, Pescoço, Tórax, Abdome, Dorso, Assoalho Pélvico/Períneo, Membro Superior e Membro Inferior. Os músculos podem ser classificados conforme a situação do músculo, ou mais conhecido como localização, neste sentido destaca-se os dois grandes grupos: os músculos superficiais ou cutâneos que se encontram imediatamente abaixo da pele, possuindo inserções na face profunda da derme e os músculos profundos ou aponeuróticos que se encontram abaixo de bainhas aponeuróticas de revestimento por isso da sua denominação alternativa de subaponeuróticos. (MOORE; DALLEY; AGUR, 2014).

Ao estudar o sistema muscular, os estudantes necessitam de um conhecimento aprofundado de peculiaridades que envolvem o sistema muscular, tais como: estruturas, classificação desses, ação muscular, que envolvem terminologias bastante complexas, além de apresentar uma grande quantidade de informações que devem ser assimiladas em um breve período de tempo. Diante disso, se o método de ensino pelos docentes não for bem planejado, acaba-se dificultando essa aprendizagem, comprometendo um futuro profissional nesta área. Neste contexto, Johnston (2010) destaca que esses cursos considerados introdutórios na área da saúde continuam a ser um desafio para muitos estudantes realizados com considerável receio devido às taxas de falha tipicamente altas e devido à amplitude e profundidade da nova informação complexa

apresentada.

Tradicionalmente, o método de ensino da anatomia humana realizado nas universidades é através de aulas teóricas com exposição de material didático pelo professor da disciplina e aulas práticas utilizando réplicas anatômicas do corpo humano como o uso de cadáveres, sendo este um dos principais meios para o aprendizado de anatomia humana. No entanto, uma escassez nacional de sujeitos legalmente doados geralmente restringe o acesso a esse tipo de ensino nas escolas de medicina e está de fato declinando em muitos países (PETERSSON et al., 2009). Além disso, o custo de manutenção de um laboratório de anatomia é alto, pois a preparação de uma peça anatômica para estudo envolve o uso de grandes quantidades de reagentes, bem como materiais de dissecação e trabalho técnico (LEMOS et al., 2019).

Para amenizar ou até mesmo solucionar essas adversidades encontradas no ensino da anatomia humana, recursos disponíveis estão sendo expandidos através de maior uso de anatomia viva e de imagens médicas. Cabral e Barbosa (2005) sugerem o uso de uma variedade de ferramentas complementares como *softwares* especializados para ajudar os alunos a aprenderem as relações espaciais tridimensionais de estruturas anatômicas, como um complemento efetivo para aprimorar a aprendizagem de conceitos anatômicos como é o caso do sistema muscular.

Além disso, Janssen et al. (2015) afirmam que a área de anatomia pode se beneficiar da adoção direcionada de ferramentas de aprendizagem baseadas em tecnologias como jogos sérios e utilização de ambientes tridimensionais com o objetivo de auxiliar as aulas práticas e teóricas ou em qualquer ambiente por serem tecnologias *web*. De modo geral, Dankbaar et al. (2017) defendem que se os alunos estiverem intrinsecamente motivados para aprender, provavelmente passarão mais tempo estudando e se sentirão mais positivos em relação ao que aprendem.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A proposta deste trabalho foi identificar o impacto de um jogo sério com mecanismos de interação no espaço tridimensional em estudantes de ciências da saúde. Para tal, foi projetado e desenvolvido um jogo sério para o ensino da anatomia humana do sistema muscular o qual é integrante do ambiente virtual interativo EducaAnatomia3D. A fim de melhor apresentar os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do jogo dividiu-se o trabalho em duas etapas: Na primeira etapa, tipificação e universo da pesquisa, e na segunda etapa geração e análise de dados.

4.1 TIPIFICAÇÃO E UNIVERSO DA PESQUISA

Para melhor entender os aspectos metodológicos desta etapa, procurou-se subdividi-la em duas fases principais. Primeiramente, foi realizada uma análise teórica buscando identificar o estado da arte sobre a evolução dos estudos teóricos e empíricos relacionados à utilização de ambientes virtuais interativos e jogos para o estudo e aprendizagem da anatomia humana, por meio de uma revisão sistemática da literatura (RSL) que consiste em uma pesquisa de natureza aplicada e exploratória, com análises de dados bibliométricos e meta-análise. Durante esta RSL, os dados coletados e analisados foram apresentados através de gráficos e tabelas procurando explorar características que o desenvolvedor deve levar em conta para alcançar a qualidade da informação (ETD), o nível de participação dos usuários especialistas (UFE), e os requisitos de satisfação observados pelos usuários avaliadores (UFA).

Na segunda etapa foi realizada a estruturação do jogo sério que consistiu em uma pesquisa de tecnologia aplicada envolvendo o projeto, desenvolvimento e validação do jogo sério. Durante o projeto do jogo sério, a equipe técnica de desenvolvimento do *software* (ETD juntamente com o usuário final especialista UFE) realizaram o planejamento do jogo sério. Dentro deste contexto, foram definidas as características que o jogo deveria apresentar, bem como os materiais e conteúdo que seriam inseridos no jogo, as tecnologias mais adequadas para o desenvolvimento do jogo sério, e o método de avaliação. No desenvolvimento do jogo sério foram colocadas em prática todas as etapas do projeto. Por fim, na fase de

avaliação do *software* realizou-se o estudo de caso, para avaliar os resultados sobre a utilização do jogo sério como ferramenta educacional, tendo um enfoque quantitativo na apuração dos resultados.

A avaliação do jogo sério foi realizada por meio de um estudo de caso com alunos (UFA) da disciplina de Anatomia I do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) do campus de Araranguá, ministrada pela professora da disciplina (UFE). Após o estudo de caso foram entregues aos alunos e a professora questionários de satisfação adaptados a partir do modelo SUMI (*Software Usability Measurement Inventory*) para a avaliação de usabilidade, contendo questões com respostas de acordo com a escala Likert de 5 pontos, e questões discursivas. No questionário de satisfação foram adotados 5 fatores de usabilidade (Satisfação, Controle que o ambiente proporciona, Aprendizagem, Eficiência e Ajuda da Interface).

Destaca-se que, como este projeto envolve a utilização de um *software* a ser testado com alunos da área da saúde, o estudo de caso, questionário de satisfação e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinados pelos alunos e professora, foram aprovados pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e pela Plataforma Brasil (Plataforma Brasil, 2018) (CAAE: 61265816.0.0000.0121).

4.2 GERAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram obtidos de três maneiras distintas, ou seja, através de questionário de satisfação, observância de utilização do sistema através de dados de acesso e análise de resultados provenientes de avaliação presencial.

Após a coleta de dados do estudo de caso foram realizadas análises estatísticas comparando os resultados provenientes do questionário de satisfação, e apresentados no trabalho através de gráficos de colunas, contendo as médias obtidas em cada fator de usabilidade avaliado. Além disso, foram apresentadas três questões discursivas, questionando as vantagens e desvantagens da utilização do jogo sério e possíveis melhorias.

Outro aspecto de avaliação neste trabalho, foi através de observações que mostram o quanto os alunos utilizaram o *software* como ferramenta de apoio pedagógico e material para estudo disponível no

EducaAnatomia3D. Após o estudo de caso, coletaram-se mais dados por meio do controle de acesso de cada aluno, no período que antecedeu uma das avaliações presenciais tradicionais da disciplina que considerava o conteúdo do sistema muscular. Nestas observações foram coletados dados como a quantidade de questões respondidas e a quantidade de acertos e erros. Baseado nisto foi feito o cálculo do aproveitamento de cada aluno na fase de fixação de conteúdo e estes dados foram apresentados, através de gráficos de barras, com a média e porcentagem obtidas por cada aluno.

Por fim, foi disponibilizada pela professora da disciplina a relação de notas obtidas na avaliação presencial tradicional dos alunos que participaram do estudo de caso, a fim de avaliar o desempenho total dos alunos. De maneira geral os dados coletados serviram para realizar análises estatísticas com a finalidade de avaliar o desempenho dos alunos no estudo de caso durante as etapas pré-teste e pós-teste, no estudo de caso, e o desempenho na avaliação presencial tradicional.

5 PROJETO DO JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D

O jogo sério do Sistema Muscular foi projetado a fim de fazer parte do ambiente virtual interativo EducaAnatomia3D¹, que consiste em um ambiente desenvolvido para a Web, com a finalidade do estudo da Anatomia Humana, que atualmente encontra-se em uso pela comunidade acadêmica. O jogo sério EducaAnatomia3D visa facilitar o ensino da Anatomia, permitindo uma nova forma de auxílio para estudos e testes do conhecimento nessa área (BATISTA *et al.*, 2017). O EducaAnatomia3D foi projetado de modo que permita alunos e professores acessarem este ambiente a partir da informação de usuário e senha, por meio do Facebook ou Google, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Acesso ao EducaAnatomia3D



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Um dos objetivos do EducaAnatomia3D é permitir que o aluno possa criar salas virtuais de estudos, ou acessar uma determinada sala privada, a convite de algum professor, conforme mostra a Figura 2.

¹ labanatomiainterativa.ufsc.br/ea3d/

Figura 2 - Salas virtuais

NOME DA SALA	Nº DE ALUNOS	entrar
01	2	entrar
Anatomia - uso geral PARA TESTES	11	entrar
ANATOMIA I - PÓS-TESTE MMII	25	entrar
Anatomia I - Pós-Teste - Aula Ossos do Membro Inferior	30	entrar
Anatomia I - PRÉ-TESTE MMII	28	entrar
Anatomia I - Pré-Teste - Aula Ossos do Membro Inferior	31	entrar
Anatomia I - Pós-Teste músculos membro inferior	35	entrar
Anatomia II - Pós-teste - Aula artérias	33	entrar
Anatomia II - Pré-teste - Aula artérias	33	entrar
Anatomia II - Telencefalo	16	entrar

Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Ao acessar o ambiente o aluno terá a possibilidade de estudar conteúdo específico de cada sistema da anatomia humana através de um jogo sério que fornece a interação com objetos anatômicos em 3D. O ambiente tem funcionalidades para gerenciar informações como *ranking* tanto da sala da qual o aluno faz parte, como *ranking* geral dos usuários no jogo. Além disso, o usuário também poderá utilizar o ambiente para testar seus conhecimentos através de mecanismos para fixação de conteúdo que o jogo sério oferece. A Figura 3 mostra os sistemas disponíveis no EducaAnatomia3D.

Figura 3 - Página inicial do EducaAnatomia3D



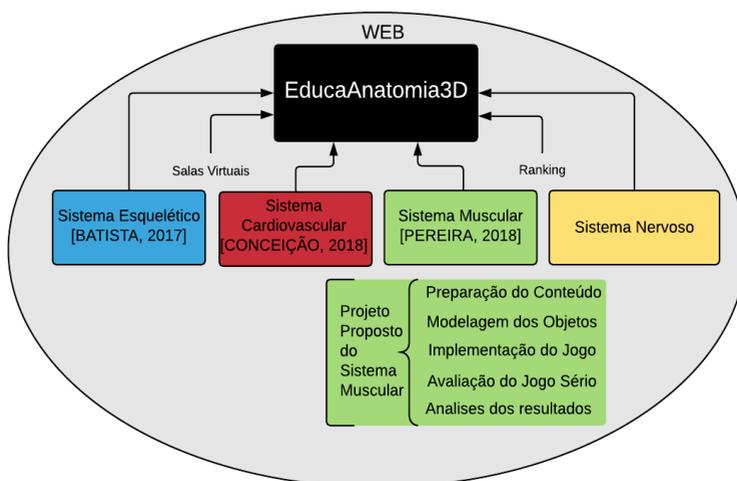
Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

O ambiente foi projetado para contemplar os quatro sistemas do corpo humano, que são: o Sistema Esquelético, Sistema Cardiovascular, Sistema Muscular e Sistema Nervoso.

Ao escolher estudar o sistema esquelético, o usuário tem a

possibilidade de estudar a estrutura dos ossos com suas particularidades. No sistema cardiovascular, é possível estudar a estrutura das principais artérias e veias. No sistema nervoso é possível estudar o sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. E, no sistema muscular, parte deste estudo, o objetivo é estudar a estrutura dos músculos e tendões do membro inferior. A Figura 4 apresenta o mapa conceitual da atual situação do jogo sério EducaAnatomia3D.

Figura 4 - Mapa conceitual do EducaAnatomia3D



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Dentro deste contexto, para o projeto do Jogo SériO do Sistema Muscular, definiram-se algumas fases e etapas a serem contempladas, que estão descritas a seguir.

5.1 PROJETO DO JOGO SÉRIO DO SISTEMA MUSCULAR

A construção do membro inferior do sistema muscular leva em conta métodos definidos na Engenharia de *Software*, que tem o papel de garantir que tarefas, dados, pessoas e tecnologia estejam apropriadamente

alinhadas para produzir um sistema efetivo e eficiente (MURPHY; HANKEN; WATERS, 1999). Deste modo, no processo de construção do jogo sério, procurou-se seguir um conjunto de métodos e técnicas para sua construção, seguindo o que Pressman (1995) define como paradigmas da Engenharia de *Software* ou modelos de ciclo de vida de *software*, que podem ser divididas em três fases principais:

- Definição: fase que focaliza o “o quê” (planejamento do projeto de *software* e análise de requisitos).
- Desenvolvimento: focaliza-se o “como” (codificação e realização de testes do *software*).
- Manutenção: concentra-se nas “mudanças” (correção, adaptação e melhoramento funcional).

Baseado nas fases sugeridas por Pressman (1995), para a construção do jogo sério sobre o sistema muscular, parte do EducaAnatomia3D, primeiramente estabeleceu-se algumas etapas as quais são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Fases do ciclo de vida e etapas do jogo sério

Fases do Ciclo de Vida	Etapas do Jogo Sério
Definição	<ul style="list-style-type: none"> ● Projeto do Jogo Sério do Sistema Muscular; ● Definição das tecnologias utilizadas;
Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> ● Preparação e criação do material didático; ● Modelagem dos objetos; ● Criação do Jogo Sério do Sistema Muscular; ● Testes do Jogo Sério do Sistema Muscular.
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> ● Melhorias sugeridas pelos UFE e UFA após estudos de casos

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A seguir são apresentadas de forma detalhada cada etapa do processo de construção do jogo sério do sistema muscular do membro inferior, levando em consideração o modelo de Ciclo de Vida de

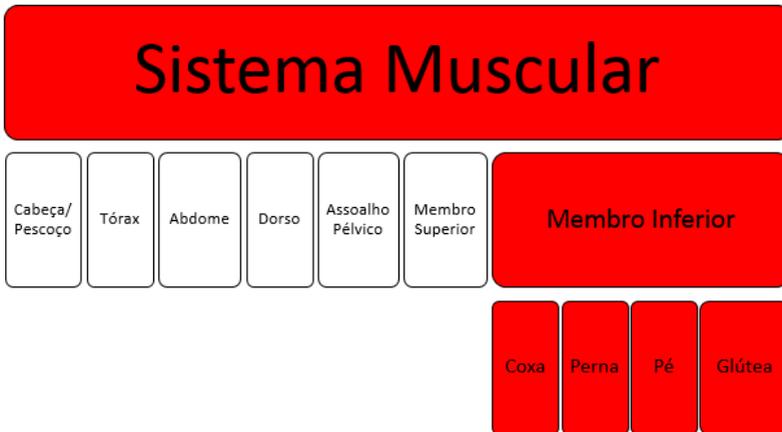
Software. Destaca-se que durante todas as fases do modelo de ciclo de vida do *software* estiveram envolvidos os três grupos definidos por Schroeder e Hounsell (2016), ou seja, a ETD, o UFE e o UFA.

A fase de projeto também pode ser vista como um aprofundamento da análise que tem como objetivo o caminho rumo a implementação do sistema. É durante a fase de projeto que a estrutura geral e o estilo do sistema, bem como a sua arquitetura, são definidos (RUMBAUGH *et al.*, 1994). Levando em consideração o modelo de Ciclo de Vida de *Software*, primeiramente seguiu-se a fase de definição, onde é planejado o que se pretende desenvolver, ou seja, a etapa do projeto do jogo sério.

Com a definição de que o sistema muscular corresponde a uma sessão de estudos do ambiente EducaAnatomia3D, iniciou-se o planejamento do jogo sério. Desta forma, juntamente com ETD e UFE foi estipulada a região do sistema muscular a ser apresentada para estudos. Um dos motivos pelo qual foi estipulado que apenas uma região seria apresentada inicialmente foi pelo fato do sistema muscular ser muito amplo, contendo uma grande quantidade de músculos além dos tendões, por isso a necessidade de separá-los por regiões a fim de melhor apresentar o conteúdo ao aluno, já que o mesmo é estudado neste padrão no modo tradicional.

O sistema muscular é composto de forma geral por sete regiões, sendo elas: Cabeça/Pescoço, Tórax, Abdome, Dorso, Assoalho Pélvico, Membro Superior e Membro Inferior. Por consenso de todos os envolvidos no desenvolvimento do jogo, estabeleceu-se que a princípio o sistema que seria desenvolvido apresentasse o estudo da região do membro inferior, com todas suas particularidades, contendo todos os músculos e tendões, subdivididos em 4 regiões, sendo elas: a região glútea, coxa, perna e pé. As demais regiões do sistema muscular a princípio apresentam um breve texto sobre sistema muscular e de cada região com os objetos em 3D para o aluno visualizar e interagir, porém o seu conteúdo abrangendo cada músculo e tendão de forma específica será desenvolvido posteriormente. A Figura 5 apresenta o modelo que atualmente está sendo proposto.

Figura 5 - Modelo do sistema muscular do membro inferior



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Na próxima etapa investigaram-se juntamente com a UFE quais os músculos e tendões que compõem cada região do membro inferior do sistema muscular, para isso fez-se buscas na literatura de anatomia humana, a fim de identificar o nome correto de cada músculo e cada tendão associado a este, de acordo com cada região do membro inferior a que pertencem. O Quadro 2 apresenta essa relação.

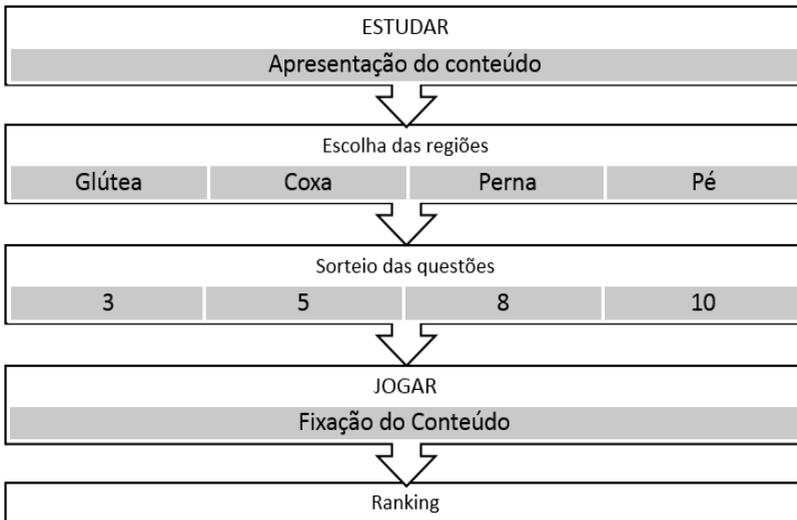
Quadro 2 - Músculos do membro inferior.

<ul style="list-style-type: none"> • Região Glútea <ul style="list-style-type: none"> ○ Músculo Glúteo Máximo ○ Músculo Glúteo Médio ○ Músculo Glúteo Mínimo ○ Músculo Gêmeo Superior ○ Músculo Gêmeo Inferior ○ Músculo Piriforme ○ Músculo Obturador Interno ○ Músculo Obturador Externo ○ Músculo Quadrado Femoral ○ Músculo Tensor da Fáscia Lata • Região da Coxa <ul style="list-style-type: none"> ○ Anteriores <ul style="list-style-type: none"> ▪ Músculo Quadríceps Femoral <ul style="list-style-type: none"> • Músculo Reto Femoral • Músculo Vasto Lateral • Músculo Vasto Medial • Músculo Vasto Intermediário ▪ Músculo Iliopsoas ▪ Músculo Sartório ○ Posteriores <ul style="list-style-type: none"> ▪ Músculo Bíceps Femoral ▪ Músculo Semitendíneo ▪ Músculo Semimembranáceo ○ Mediais <ul style="list-style-type: none"> ▪ Músculo Pectíneo ▪ Músculo Grácil ▪ Músculo Adutor Longo ▪ Músculo Adutor Magno ▪ Músculo Adutor Curto 	<ul style="list-style-type: none"> • Região da Perna <ul style="list-style-type: none"> ○ Anteriores <ul style="list-style-type: none"> ▪ Músculo Tibial Anterior ▪ Músculo Extensor Longo do Hálux ▪ Músculo Extensor Longo dos Dedos ▪ Músculo Fibular Terceiro ○ Posteriores <ul style="list-style-type: none"> ▪ Músculo Gastrocnêmio ▪ Músculo Sóleo ▪ Músculo Plantar ▪ Músculo Poplíteo ▪ Músculo Flexor Longo do Hálux ▪ Músculo Flexor Longo dos Dedos ▪ Músculo Tibial Posterior ○ Laterais <ul style="list-style-type: none"> ▪ Músculo Fibular Longo ▪ Músculo Fibular Curto • Região do Pé <ul style="list-style-type: none"> ○ Dorso <ul style="list-style-type: none"> ▪ Músculo Extensor Curto dos Dedos ▪ Músculo Extensor Curto do Hálux ○ Planta <ul style="list-style-type: none"> ▪ Músculo Abdutor do Dedo Mínimo ▪ Músculo Abdutor do Hálux ▪ Músculo Flexor Curto dos Dedos ▪ Músculo Quadrado Plantar ▪ Músculos Lumbricais ▪ Músculo Flexor Curto do Dedo Mínimo ▪ Músculo Adutor do Hálux ▪ Músculo Flexor Curto do Hálux ▪ Músculo Interósseos Plantares ▪ Músculo Interósseos Dorsais
---	---

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A partir da investigação da região do membro inferior e de suas composições a serem apresentadas no ambiente do sistema muscular, definiu-se a estrutura da apresentação do jogo sério, de acordo com a fase de desenvolvimento (PRESSMAN, 1995). Para isso o jogo foi dividido em duas fases principais. A fase de apresentação do conteúdo, onde são apresentados os conteúdos para os estudos e a fase de fixação do conteúdo, onde é fixado o conteúdo por meio de questionários. A Figura 6 mostra a estrutura do sistema muscular do membro inferior.

Figura 6 - Estrutura do sistema muscular



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

De forma geral, o sistema foi estruturado (Figura 6) a fim de que, na fase de apresentação do conteúdo sejam mostrados os materiais e conteúdos sobre cada músculo e tendão que compõe o membro inferior do sistema muscular com suas respectivas informações e a visualização dos objetos em 3D.

Seguindo o que mostra na estrutura, após estudar o conteúdo do membro inferior o usuário poderá seguir para a próxima fase, tendo a opção de escolha da região específica que deseja responder às questões. Ao escolher a região ele terá, através do processo de sorteio fazendo uso de uma roleta digital, uma quantidade de questões a responder. E, por fim, ele será direcionado para a fase de fixação do conteúdo onde responderá às questões que serão apresentadas de acordo com a região que escolheu e quantidade de questões sorteadas.

Ao finalizar a sessão de questões respondidas, uma mensagem mostrará na tela o aproveitamento da rodada, que representa a quantidade de questões que ele respondeu e a relação de acertos, seguido da exibição de uma tabela correspondente à posição do *ranking* em que este se encontra.

5.2 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Transcorrida a etapa de projeto do jogo sério, a equipe ETD começou a analisar as tecnologias mais adequadas para o desenvolvimento do jogo sério. Para isso adotou-se tecnologias empregadas seguindo o padrão das tecnologias já utilizadas para desenvolver o ambiente do qual ele faz parte, ou seja, o EducaAnatomia3D. A Figura 7 mostra as principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento do jogo sério.

Figura 7 - Tecnologias utilizadas



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Como o jogo sério foi projetado para ser usado na *web*, as linguagens de programação utilizadas no desenvolvimento do *front-end* seguem padrão de utilização em páginas *web*, ou seja, JavaScript© na versão 1.5 juntamente com o CSS3© e HTML5©. Para o *back-end* foi utilizada a linguagem de programação PHP versão 5.5.

Para ajustes de modelagem dos objetos 3D, foi utilizado o Blender©, também conhecido como Blender3d (BLENDER, 2017), que foi lançado sob a GNU *General Public License* (GPL) e que atualmente encontra-se na sua versão 2.79b. O Blender© consiste em um programa de computador de código aberto desenvolvido pela *Blender Foundation*, muito utilizado para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeo, além de criação de aplicações interativas em 3D, tais como jogos e apresentações, através de seu motor de jogo integrado, o *Blender Game Engine*.

Outra tecnologia utilizada no desenvolvimento do jogo sério foi o Babylon.js© (BABYLON.JS, 2017), que consiste num mecanismo 3D baseado em WebGL focado principalmente em desenvolvimento de jogos. O Babylon.js possui ferramentas para criar, exibir e texturizar malhas no espaço 3D, assim como adicionar fontes de luz e câmeras. O código-fonte do Babylon.js está disponível no Github© e é distribuído sob a licença Apache 2.0. O *framework* Babylon.js foi desenvolvido por 2 funcionários da Microsoft no ano de 2013, porém foi comprado posteriormente pela empresa Microsoft que o lançou na sua versão 3.0 com suporte para WebGL 2, versão utilizada neste projeto.

Os objetos 3D responsáveis pela representação das estruturas anatômicas foram obtidos através do Anatomography (DBCLS - ANATOMOGRAPHY, 2017), que consiste em um site interativo que suporta a geração de diagramas anatômicos e animações do corpo humano em 3D. O site da *Anatomography* foi lançado em 9 de fevereiro de 2009, e foi fundado pelo diretor-chefe Kousaku Okubo professor do Banco de Dados de DNA do Japão no Instituto Nacional de Genética e que é mantido atualmente pelo instituto de pesquisa sem fins lucrativos DBCLS (*Database Center for Life Science*) localizado na Universidade de Tóquio. Os diagramas anatômicos gerados e os dados de polígonos 3D usados no site, conhecidos com BodyParts3D© estão disponíveis gratuitamente sob a licença *Creative Commons Attribution-Share Alike* (CC BY-SA) que permite que os objetos sejam remixados, adaptados e criados a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito e que licenciam as novas criações sob termos idênticos (MITSUHASHI *et al.* 2008).

5.3 PREPARAÇÃO DO MATERIAL

O passo seguinte foi a preparação do material para ser apresentado no jogo sério. Na elaboração do material houve uma preocupação em ter um especialista (UFE) totalmente ativo no desenvolvimento deste material, pois para que um jogo seja aceitável para determinada área precisa-se manter sua consistência no seu conteúdo. Desta forma, a preparação do conteúdo foi realizada por uma especialista profissional docente em anatomia humana com mais de 10 anos de experiência no assunto, com supervisão contínua durante o desenvolvimento do *software*, além de participar da avaliação do *software* através de um estudo de caso juntamente com os alunos (UFA). A ETD em conjunto fez seu papel como desenvolvedor, fazendo as buscas pelos objetos na base de dados de acordo com os nomes estipulados pela especialista. A preparação deste material dividiu-se em quatro etapas:

1. Identificação dos objetos anatômicos.
2. Preparação do conteúdo.
3. Preparação das questões.
4. Implementação do conteúdo e questionário no *software*.

O primeiro passo foi a seleção dos objetos que seriam utilizados no jogo sério através da identificação de cada músculo e tendões do membro inferior do sistema muscular. Para isso foram feitas buscas na literatura juntamente com a especialista, com o objetivo de conferir nomenclatura correta de cada músculo e tendões estudados na anatomia humana. Após isso, a ETD analisou o nome de cada músculo e tendão e realizou-se a busca segundo referências ou termos utilizados na biblioteca BodyParts3D©.

Os textos a serem inseridos no jogo sério foram desenvolvidos baseados no conteúdo e material apresentados em sala de aula pela professora especialista da disciplina (UFE), levando em consideração a teoria estudada na anatomia humana, referente ao sistema muscular do membro inferior.

As questões implementadas na fase de fixação do conteúdo também foram preparadas baseadas no material utilizado em sala de aula pela UFE. Nesta etapa foram produzidas 180 questões, sendo que cada

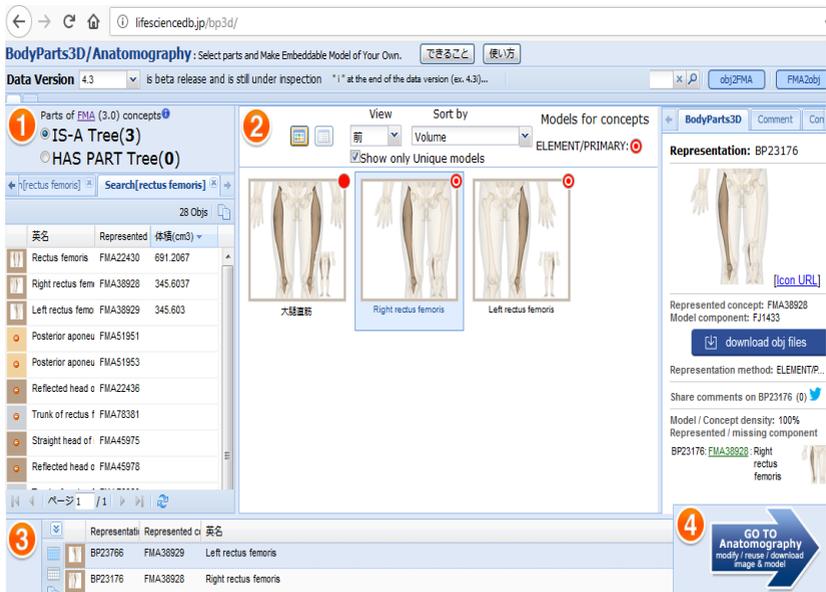
região do membro inferior obteve um total de 45 questões, às quais se dividiram entre questões discursivas e de múltipla escolha. Após a conferência e correção dos textos e questões a serem inseridas no jogo sério do membro inferior do sistema muscular, este material foi entregue à ETD, e posteriormente foi adicionado ao jogo sério.

5.4 MODELAGEM DOS OBJETOS 3D

Finalizando a preparação do conteúdo e material a ser inserido no *software*, a ETD começou os ajustes na modelagem dos objetos 3D para serem usados no jogo sério com o auxílio do *software* Blender. Todo o processo de ajustes na modelagem (e.g., diminuição da quantidade de polígonos, separação dos músculos dos objetos em músculos e tendões e posicionamento dos objetos no espaço 3D de acordo com o sistema esquelético do membro inferior) seguiu-se pela inspeção da UFE, auxiliando para manter os objetos a serem apresentados no *software* de maneira mais consistente possível.

Após a definição do nome de cada objeto 3D que fazem parte do membro inferior do sistema muscular que seriam apresentados no jogo sério, foi feita a identificação destes objetos na biblioteca BodyParts3D© conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 - Identificação dos objetos na biblioteca BodyParts3D©



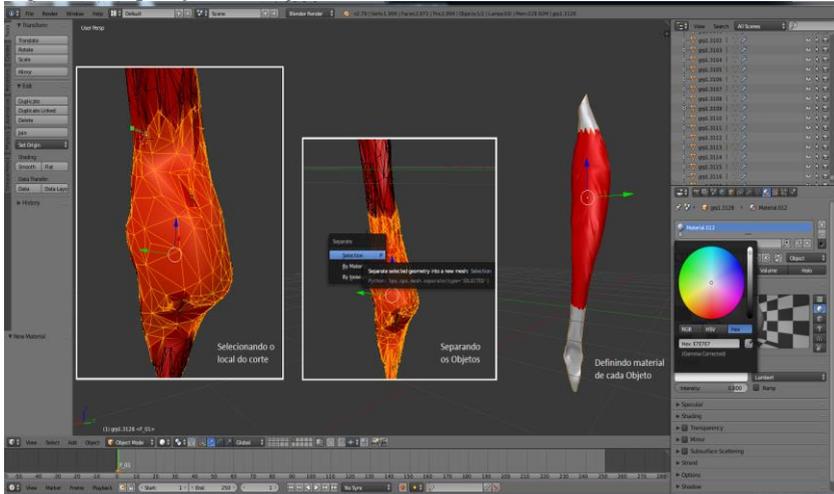
Fonte: Biblioteca BodyParts3D© (2019).

Após isso, seguiu-se o carregamento de cada um destes objetos no *software* de modelagem Blender onde foram estipuladas as características que cada objeto 3D deveria apresentar no jogo sério, como por exemplo o tamanho de cada um dos objetos, bem como a posição que cada região deveria ser apresentada, sempre seguindo o que é estudado na anatomia humana.

O passo seguinte foi definir o material e a cor para cada músculo e tendão, de acordo com modelos anatômicos e forma que são apresentados na literatura, tendo a preocupação de fazê-lo da maneira mais realista possível.

O passo 3 foi fazer a separação dos músculos e tendões, pois na biblioteca BodyParts3D© os mesmos apresentam-se unidos em um único objeto. Desta forma, para que houvesse a melhor identificação de cada um, separou-se os músculos e tendões em locais especificados pela especialista do conteúdo, na Figura 9 é demonstrado como foi realizada a separação dos objetos.

Figura 9 - Separação dos objetos músculos e tendões.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O último passo consistiu em reajustar a quantidade de polígonos de cada objeto 3D, diminuindo a sua densidade com a finalidade de aumentar o desempenho da aplicação *web*, tendo cuidado de não afetar a qualidade dos modelos gerados.

6 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA MUSCULAR

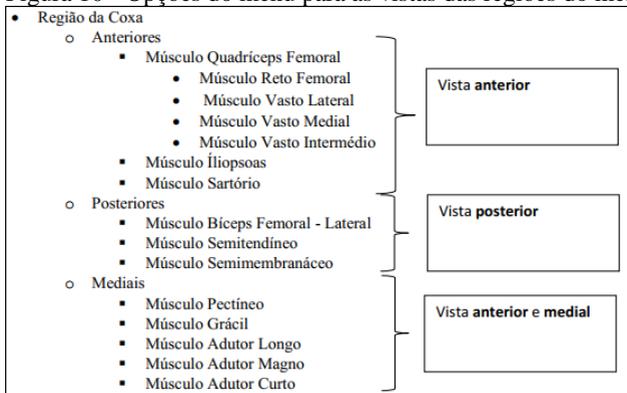
Nesta etapa, deu-se início ao desenvolvimento do jogo sério de acordo com o modelo de Ciclo de Vida de *Software*. Para melhor estruturação e por escolha da ETD decidiu-se que o desenvolvimento fosse realizado de acordo com as duas fases existentes no jogo sério: a apresentação do conteúdo e de fixação do conteúdo, os quais são detalhados a seguir juntamente com a etapa de testes do jogo sério.

6.1 FASE DE APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO

A fase de apresentação do conteúdo é onde o conteúdo do sistema muscular é apresentado no jogo sério, e é composta por uma tela principal, na qual, no canto esquerdo criou-se o menu hierárquico contendo opções para o sistema muscular que são expandidos ao serem selecionados, ou recolhem-se ao serem clicados novamente e as demais opções que compõem o menu.

Além disso, vistas no espaço 3D foram definidas para que, ao clicar no músculo ou conjunto de músculos no menu, estes fossem inicializados, a fim de apresentar na tela as suas posições de melhor visualização. A Figura 10 mostra o exemplo da região da coxa, mostrando cada região e músculos de acordo com esse princípio.

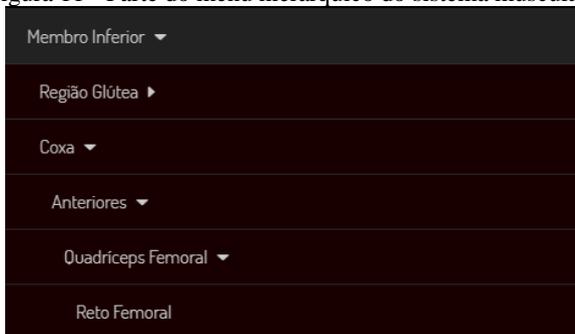
Figura 10 - Opções do menu para as vistas das regiões do membro inferior



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Ao expandir o menu, tem-se uma visão das demais opções dos músculos que fazem parte da região expandida, ou mesmo um músculo pode ser composto por vários outros. Um exemplo disso é o reto femoral, um músculo que juntamente com mais outros três músculos, compõem o quadríceps femoral, estes por sua vez juntamente com outros músculos compõem a região anterior da coxa, e assim sucessivamente a coxa e o membro inferior. O menu segue esse modo de ligação, com a finalidade de mostrar a composição de cada região do sistema muscular, de acordo com o que foi projetado no Quadro 2. A Figura 11 apresenta parte do menu hierárquico expandido.

Figura 11 - Parte do menu hierárquico do sistema muscular



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

Além de poder obter informações de cada músculo em particular, ao selecionar no menu uma região do membro inferior, serão apresentados todos os músculos que compõem aquela região. Por exemplo, ao selecionar a perna no menu, no centro da tela todos os músculos que fazem parte da perna se destacam juntamente com um texto associado a perna.

A Figura 12 mostra o que foi definido na Figura 11, apresentando o exemplo da região posterior da coxa, com somente os músculos que fazem parte desta região, facilitando assim a visualização por parte do aluno destes músculos em particular.

Figura 12 - Visualização das regiões do membro inferior



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

O centro da tela foi projetado para apresentar o músculo com o qual o aluno fará a interação, que pode ser através do menu ou a seleção através do *mouse* do objeto 3D que se deseja estudar. A interação com os respectivos objetos 3D faz com que informações e conteúdos sobre o músculo ou tendão selecionados sejam apresentados.

No processo de importação dos objetos 3D para o EducaAnatomia3D utilizou-se o *babylon.js*, um exemplo disso é apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Exemplo da utilização do *framework* Babylon.js

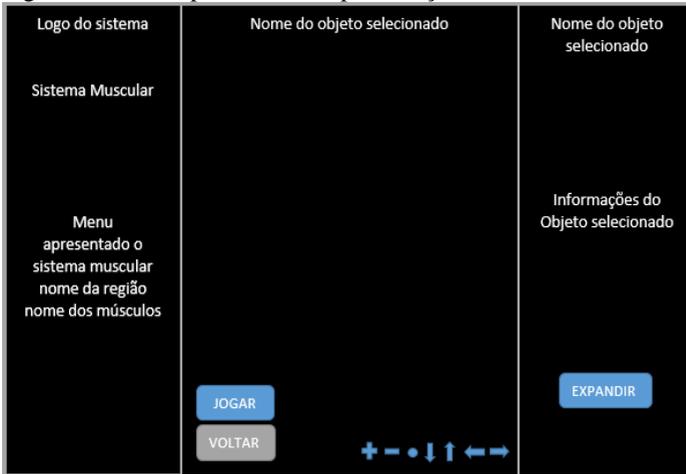
```
BABYLON.SceneLoader.ImportMesh("", "objs/", "GM.obj", scene, function (newMeshes) {
  gm = newMeshes[0];
  gm.actionManager = new BABYLON.ActionManager(scene);
  var clickObject = new BABYLON.PredicateCondition(gm.actionManager, function () {
```

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

No canto direito da tela é apresentado o conteúdo e informações sobre a região, músculo ou conjunto de músculos selecionado, podendo

expandi-lo para melhor visualizá-lo, onde foram inseridas mais informações e imagens dos músculos referentes em várias vistas. A Figura 14 mostra o protótipo da fase de apresentação do conteúdo do sistema muscular, a fim de seguir como padrão durante a fase de desenvolvimento do jogo sério.

Figura 14 - Protótipo da fase de apresentação do conteúdo

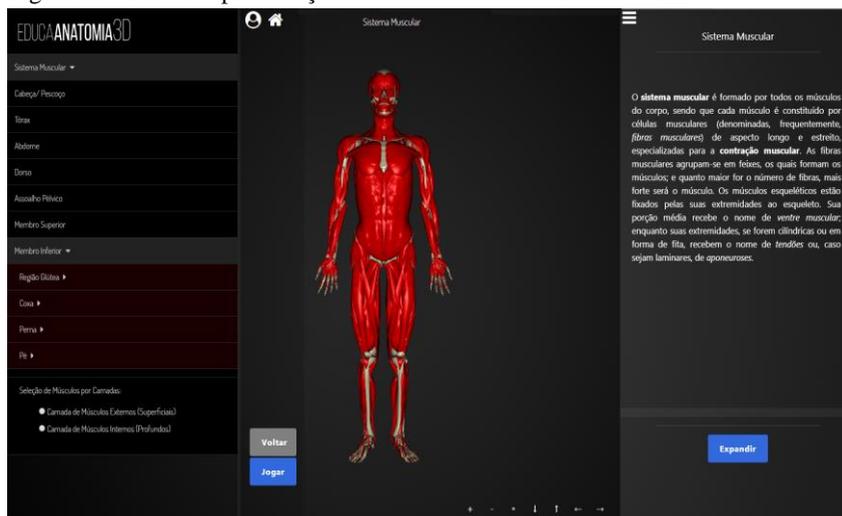


Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O sistema muscular contém conjuntos de músculos superficiais e profundos, sendo que os superficiais são músculos que ficam mais próximos à pele humana, e os profundos, são músculos internos. Para o aluno interagir diretamente com os objetos 3D, surgiu a necessidade de criar um mecanismo de interação com os músculos baseado em camadas. Desta forma, através de um menu com recursos de botão de rádio o usuário pode selecionar a visualização/interação especificamente para músculos superficiais ou profundos do membro inferior.

De forma geral, a fase de apresentação do conteúdo corresponde a apresentação de toda informação referente aos músculos ou tendões que se deseja estudar, ou seja, esta fase permite a visualização, seleção e exibição de informações (canto lateral direito) a respeito da estrutura e função dos músculos do membro inferior, conforme Figura 15.

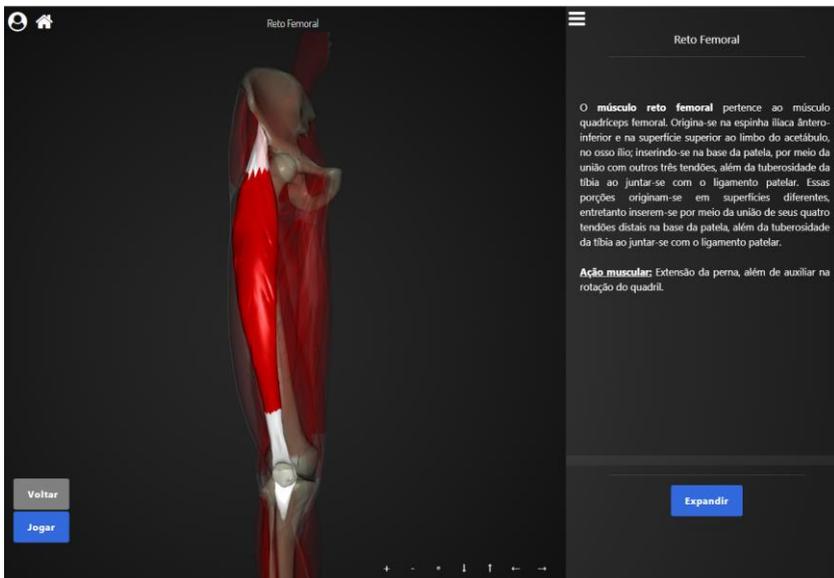
Figura 15 - Fase de apresentação do conteúdo do sistema muscular.



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

Na seleção dos objetos de estudos seguiram-se sugestões da UFE, onde, para que o usuário tenha informações de algum músculo específico, como mostra na Figura 16, este ao clicar no menu sobre o nome do músculo, ou diretamente no músculo, o objeto em 3D torna-se em destaque. Neste momento, os demais músculos e ossos ficam transparentes, para que o usuário possa ter noção do local de origem e inserção do músculo selecionado em relação aos demais músculos do corpo.

Figura 16 - Apresentação do conteúdo do músculo reto femoral



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

O aluno também tem a opção de selecionar o botão expandir abaixo das informações apresentadas de cada músculo, onde ele poderá ter mais informações sobre o músculo com imagens detalhadas e sob vários pontos de vista no espaço 3D.

6.1.1 Interação com Músculos Baseado em Camadas

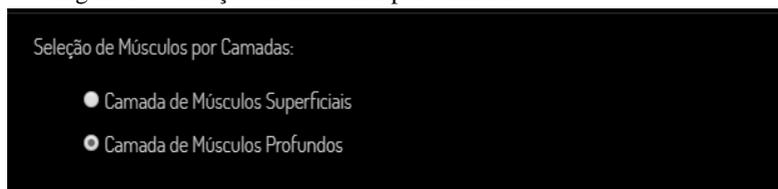
Uma das peculiaridades do Sistema Muscular é serem aglomerados, ou seja, com músculos e tendões que começam e terminam muito próximos uns dos outros, dificultando assim identificá-los por inteiro, ou acessar cada um particularmente. Por outro lado, uma das características estabelecidas no EducaAnatomia3D é possibilitar que o usuário possa interagir diretamente com o objeto de estudo, e a configuração de aglomerados já citada torna inviável a visualização de alguns músculos e tendões mais profundos.

Por esse motivo, a equipe ETD juntamente com a UFE decidiram organizar os músculos da forma como são apresentados na anatomia

humana, ou seja, separar os músculos por camadas. As camadas caracterizam-se por músculos superficiais e profundos. Esta estratégia foi a solução encontrada para resolver o problema de obter um mecanismo que possibilitasse interação diretamente em cada músculo ou tendão.

No desenvolvimento do *software*, para que atendesse a necessidade de possuir camadas diferentes, a ETD projetou uma forma de apresentar os músculos profundos através de uma função que foi criada para bloquear os músculos superficiais e dar liberdade de acessar somente os músculos profundos. Da mesma forma, para a visualização dos músculos superficiais adicionou-se funcionalidade para bloquear os músculos profundos e liberar o acesso aos músculos superficiais. A Figura 17 mostra a opção de seleção de músculos por camada, apresentadas no menu inicial.

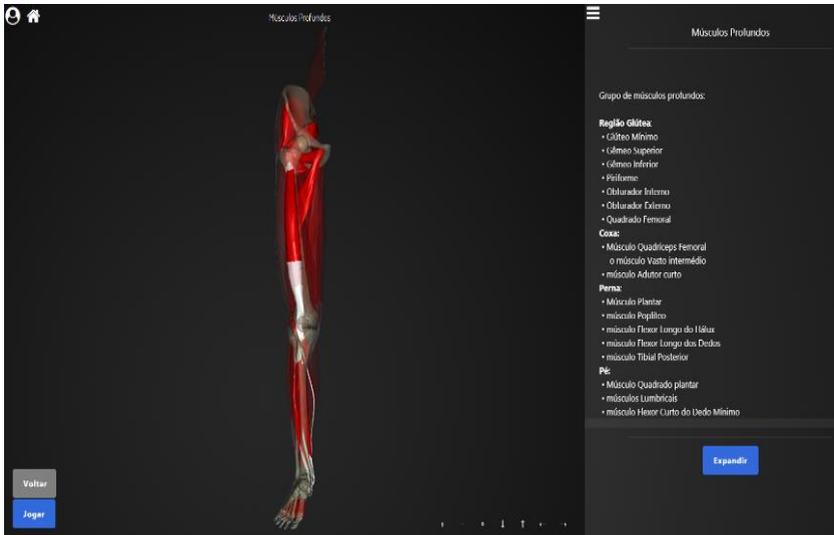
Figura 17 - Seleção de músculos por camadas



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

Ao selecionar uma opção no menu, um conjunto de músculos daquela camada em particular é apresentado, juntamente com um texto que apresenta informações e a composição da camada. Um exemplo é a Figura 18, com a opção de camada de músculos profundos selecionada.

Figura 18 - Camada de músculos profundos selecionada



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

Quando uma camada é selecionada, o usuário poderá somente interagir com músculos daquela camada que estão destacadas, caso queira acessar músculos de outra camada ele tem a opção de selecionar a outra camada.

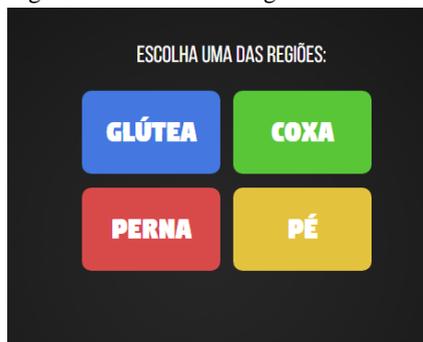
6.2 FASE DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO

A fase de fixação de conteúdo inicia-se ao interagir com o botão jogar, que ao ser selecionado levará o aluno à fase de fixação de conteúdo. O usuário também terá na tela central da fase de fixação do conteúdo, botões de funcionalidades de aumentar, diminuir o objeto 3D, voltar ao objeto 3D inicial, bem como girar de acordo com seu desejo, caso não queira fazê-lo com o *mouse*.

A fase de fixação de conteúdo caracteriza-se pela fase em que o aluno irá participar de um jogo do tipo perguntas e respostas. Desta forma, ao acessar o botão jogar, o aluno será direcionado ao local onde será testado o conhecimento na fase de apresentação do conteúdo. Em um primeiro momento o usuário tem a possibilidade de escolher uma das

quatro regiões do membro inferior que deseja testar seus conhecimentos, conforme mostra a Figura 19.

Figura 19 - Escolha da região



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

Ao definir a região que se deseja estudar, o jogo irá sortear uma quantidade de questões, através de uma roleta digital, que tem um objetivo lúdico dentro do contexto de jogos sérios e que contém uma quantidade de questões pré-estabelecidas com 3, 5, 8 e 10 questões.

Atualmente existe um total de 180 questões relacionadas às quatro regiões do membro inferior, sendo 45 para cada região. A cada pergunta respondida, o jogo exibirá uma mensagem relacionada ao resultado da questão, possibilitando a visualização da resposta correta em uma determinada questão.

As questões implementadas nos jogos são de múltipla escolha e questões discursivas. Nas questões discursivas o aluno normalmente terá que identificar uma região ou músculo específico, neste caso a região solicitada ganhará destaque, e terá um campo de texto no qual o usuário poderá digitar sua resposta. A Figura 20 mostra um exemplo de questão discursiva de uma determinada região do membro inferior.

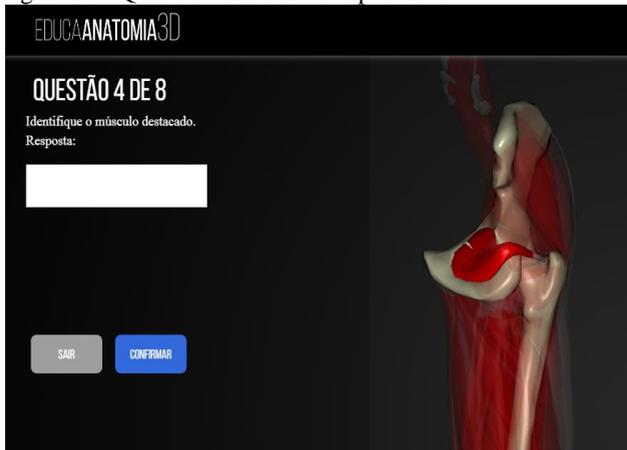
Figura 20 - Questões discursivas da região



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

Existem também casos em que a questão se apresenta de maneira que o aluno deve identificar um músculo em específico, por esse motivo ao selecionar o objeto de estudo, ou o nome no menu, neste momento o objeto 3D, ou seja o músculo é destacado, apresentado de forma mais aproximada e na posição de melhor visualização. A Figura 21 mostra o exemplo de uma questão discursiva de identificação de músculo.

Figura 21 - Questões discursivas específicas



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

Nas questões discursivas existe o tratamento de *strings*, para diferenciar letras maiúsculas de minúsculas e falta de acentuação. Às regiões ou músculos ganham um foco durante a criação da questão, porém a qualquer momento o aluno poderá interagir com o objeto 3D.

Além de questões discursivas, o jogo sério também tem questões de múltipla escolha, onde o aluno selecionará apenas uma questão correta, neste caso uma câmera focalizará a região do objeto 3D que o aluno deve visualizar para responder à questão. A Figura 22 mostra um exemplo de questão de múltipla escolha.

Figura 22 - Questão de múltipla escolha



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

As questões foram tratadas para serem sorteadas, sendo que na mesma rodada não será apresentada a mesma questão daquela região, porém se ele repetir o estudo da mesma região alguma questão poderá se repetir em determinado momento. Porém, a possibilidade de isso acontecer é pequena, pois cada região conta com 45 diferentes questões. Em todas as questões o aluno terá o tempo de 1 minuto para responder cada questão.

A cada vez que terminar a quantidade de questões que foram sorteadas por meio da roleta digital, o aluno tem um *feedback* da

quantidade de questões que acertou e errou, além do percentual de aproveitamento que obteve naquela rodada, conforme mostra a Figura 23.

Figura 23 - *Feedback* da sessão de estudos.



Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

Ao finalizar a rodada o aluno recebe também um *feedback* do *ranking* geral, contendo a posição neste *ranking*, a pontuação obtida, a quantidade de questões respondidas e aproveitamento do usuário no jogo sério em relação aos demais usuários. Caso o usuário estiver realizando o estudo em uma sala privada em vez do *ranking* geral, ele receberá o *feedback* do *ranking* da sala, que segue o mesmo padrão do *ranking* geral, porém considera somente os alunos cadastrados naquela sala específica. A Figura 24 mostra os dois casos de *ranking* presentes no jogo sério.

Figura 24 - *Ranking* geral

RANKING GERAL

POSICÃO	NOME	PONTOS	QUESTÕES RESPONDIDAS	APROVEITAMENTO	INSTITUIÇÃO	CURSO
1º	[REDACTED]	3	3	100%	UFSC	Medicina
2º	[REDACTED]	42	52	80.77%	UFSC	FISIOTERAPIA
3º	[REDACTED]	163	204	79.9%	ufsc	fisioterapia

RANKING DA SALA SISTEMA MUSCULAR/ TESTE PROFESSORAS

POSICÃO	NOME	QUESTÕES RESPONDIDAS	PONTOS	INSTITUIÇÃO	CURSO
1	[REDACTED]	3	3	UFSC	Medicina
2	[REDACTED]	8	1	UFSC	TIC
3	[REDACTED]	0	0	UFSC	Fisioterapia
4	[REDACTED]	5	0	UFSC	Medicina

Fonte: EducaAnatomia3D (2019).

Os *rankings* também podem ser visualizados pelos usuários no menu inicial. A UFE também tem a possibilidade de visualizar o ranking dos alunos com finalidade de avaliar o desempenho dos alunos no estudo utilizando o jogo sério.

6.3 TESTES DO JOGO SÉRIO

Para finalizar, nesta seção são apresentadas as informações sobre os testes que foram realizados no jogo sério. Os testes devem ocorrer em geral, durante o desenvolvimento do *software* (ainda em forma de esboço), após o desenvolvimento do *software* e antes de seu uso efetivo com os aprendizes (BRAGA, 2015).

Por esse motivo, no decorrer do desenvolvimento do jogo sério inúmeros testes foram feitos pela ETD para verificar possíveis erros e defeitos técnicos. Os testes ocorreram principalmente após o término de cada fase do desenvolvimento do jogo sério, onde foi disponibilizado um *link* exclusivo do jogo sério para que a UFE e toda a equipe envolvida fizesse a avaliação do jogo sério. Neste aspecto, devem ser levados em consideração dois objetivos de testes descritos por Braga (2015):

1. Mostrar se o que o *software* faz é exatamente aquilo para o que ele foi proposto.
2. Descobrir os defeitos do *software* antes da sua utilização pelo UFA.

O objetivo da realização da etapa de testes é garantir um equilíbrio técnico e pedagógico que resulte em um objeto capaz de ser utilizado e de contribuir de maneira efetiva para o aprendizado do UFA. Com isso espera-se que o *software* seja executado corretamente e que se possam identificar erros e defeitos tanto nos aspectos técnicos quanto no conteúdo pedagógico que ele apresentará. Após os testes realizados pela equipe os erros tanto técnicos (ETD) como pedagógicos (UFE) observados foram anotados e procedeu-se a correção por parte da ETD.

Ao esgotar-se a sequência de realização de testes com as correções necessárias, e a utilização do jogo sério ser aprovado pela equipe envolvida, foi feita a sua utilização com os alunos em um estudo de caso, bem como posteriormente foi aplicado em um segundo estudo de caso juntamente com um grupo de UFE.

7 ESTUDO DE CASO

Os estudos de casos foram realizados em dois momentos: em um primeiro momento foi realizado com os UFA juntamente com uma UFE utilizando uma primeira versão do jogo sério para o membro inferior do sistema muscular. No segundo momento, o estudo de caso foi realizado apenas com UFE. Para o segundo estudo de caso foram realizadas modificações no mecanismo de interação do membro inferior para seleção de músculos levando em conta as sugestões obtidas com os UFA e a UFE na avaliação de usabilidade do primeiro estudo de caso.

7.1 ESTUDO DE CASO COM OS UFA E UFE

O estudo de caso com os UFA, foi ministrado pela professora da disciplina de Anatomia I, a qual foi uma das especialistas que acompanhou e forneceu o material para o jogo sério. O estudo de caso foi programado para que o jogo sério fosse apresentado sem que os alunos tivessem nenhum contato com o conteúdo do sistema muscular anteriormente, ou seja, os alunos não tiveram qualquer conhecimento em sala de aula tendo um primeiro contato com o estudo do sistema muscular diretamente no jogo sério.

Participaram do estudo de caso 27 alunos da primeira fase do curso de Fisioterapia, sendo 23 do sexo feminino e 4 representantes do sexo masculino, tendo entre 17 a 23 anos de idade. O conteúdo do jogo sério envolveu o estudo completo do membro inferior do sistema muscular. Dos 27 alunos que participaram do estudo de caso, 16 se disseram iniciantes, ou seja, sem nenhum conhecimento prévio em jogos sérios, 6 com conhecimento intermediário, que já viram algum conteúdo do sistema muscular através de outras maneiras ou ferramentas, e os demais não responderam. Destes 27 alunos, 24 já haviam tido contato com o EducaAnatomia3D, participando de um estudo de caso envolvendo outro sistema do corpo humano.

O estudo de caso teve início com a apresentação de informações gerais e o cadastro dos alunos no ambiente. O estudo de caso dividiu-se em duas etapas: a primeira etapa foi quando os alunos acessaram em uma sala virtual privada chamada pré-teste, nesta sala os alunos foram orientados a selecionar o botão jogar, que os levou a fase de fixação de

conteúdo, por 15 minutos. Destaca-se que os alunos, em nenhum momento tiveram acesso ao estudo do sistema muscular tanto em sala de aula como na fase de apresentação de conteúdo no jogo sério. Essa fase do estudo buscou a ambientação do aluno com o jogo, para avaliar o quanto um usuário acertaria questões sem o conhecimento prévio.

Após isso, seguiu-se a segunda etapa do estudo, onde os alunos foram orientados a acessar a sala virtual pós-teste. A etapa pós-teste dividiu-se em duas fases: na primeira fase os alunos estudaram o sistema do membro inferior do sistema muscular com todas suas particularidades, que se constitui a fase da aprendizagem durante 75 minutos. E a segunda fase, de fixação de conteúdo que durou cerca de 30 minutos.

A primeira fase do pós-teste, os alunos ao acessarem a fase de apresentação do conteúdo tiveram acesso à apresentação do conteúdo pedagógico, por meio de funcionalidades que auxiliaram no entendimento do sistema em questão.

Uma característica importante demonstrada no jogo sério relacionada diretamente ao sistema muscular é a capacidade de capturar conceitos essenciais no nível de graduação em ciências da saúde como, por exemplo, o local da inserção de cada músculo, bem como dos tendões associados, e informações sobre a função muscular.

Durante o estudo de caso, os alunos estudaram cada músculo em particular, instruídos pela professora a anotar os conceitos, como fariam em uma aula tradicional. Foi observada uma boa interação, em relação à utilização do *software* durante essa fase, apenas alguns demonstraram dificuldades em relação à quantidade de informações. Isto se deve ao fato que o sistema muscular tem a característica de apresentar uma grande quantidade de músculos e tendões, além de uma grande quantidade de informações para cada um destes músculos e tendões, como inserção, local exato em que se inicia cada músculo e em que determinado local passa a ser um tendão, bem como a função muscular que ele exerce.

Após o término da fase de apresentação do conteúdo, os alunos foram orientados a selecionarem o botão jogar, para assim serem direcionados à segunda fase do jogo sério, ou seja, a fase de fixação do conteúdo.

Ao iniciarem a fase de fixação de conteúdo, primeiramente os alunos selecionaram uma região do membro inferior de sua escolha para testar seus conhecimentos. A partir disso, acionaram a roleta digital para

obter a quantidade de questões que teriam que responder. Os alunos fizeram várias rodadas no tempo que foi estipulado nesta fase, estudando várias regiões, e percebeu-se que conforme o tempo foi passando os alunos foram se familiarizando mais com o ambiente, e puderam responder e acertar mais questões. Ao finalizar a rodada, o *ranking* é apresentado, onde os alunos podem identificar sua posição em relação à turma.

Ao término do tempo previamente estipulado pela professora ministrante, foi dado aos alunos, quinze minutos para o preenchimento do questionário de satisfação (Quadro 4). Nesta etapa, o UFA desempenhou o seu papel de avaliador, dando sua opinião real como usuário sobre o jogo sério utilizado.

O questionário de satisfação também foi respondido pela UFE, que ministrou a aplicação do estudo de caso e por fim deu sua opinião de utilização do *software*.

7.2 ESTUDO DE CASO COM OS UFE

O segundo estudo de caso foi ministrado pela ETD e teve o objetivo de avaliar a opinião da utilização do jogo sério somente pelos UFE. Em um primeiro momento foram convidados professores da área da saúde que tivessem interesse em testar o jogo sério com conteúdo do sistema muscular do membro inferior. Este estudo foi projetado para avaliar as adaptações sugeridas no primeiro estudo de caso com o UFE e os UFA, obtidos através do questionário de satisfação. De modo geral, as sugestões incluíram a possibilidade de interação com objeto em 3D que até então não era possível, além da separação dos músculos do membro inferior por camadas conhecidas como superficiais e profundas.

O convite foi atendido por três especialistas que fazem parte do quadro de professores da UFSC, sendo as três do curso de Medicina, com idades entre 32 a 43 anos. As três especialistas convidadas, apesar de terem conhecimento no conteúdo trabalhado, não tiveram contato com o ambiente de estudo EducaAnatomia3D anteriormente, consistindo então em UFE com nível de experiência iniciante com jogos sérios/ambientes educacionais virtuais.

O roteiro para o estudo de caso enviado por e-mail consistiu em um passo a passo para a utilização do jogo sério. Este roteiro iniciou com

a orientação para que os UFE realizassem o acesso no sistema com seu e-mail e senha pessoal, logo em seguida foram orientadas a acessar “Minhas Salas”. O roteiro seguiu indicando para que todos entrassem na sala privada criada pela ETD especialmente para este estudo de caso, denominada “Sistema Muscular/ Teste professoras”. Ao entrar na sala indicada, estas foram orientadas a selecionar o botão Jogar e em seguida acessar o sistema muscular.

A partir disto as UFE foram orientadas a utilizar o *software* de forma livre, ou seja, da maneira que achassem mais conveniente, ao contrário do primeiro estudo de caso em que houve uma sequência de passos que os UFA deveriam seguir definidos pela UFE. Pelo fato das UFE terem conhecimento do conteúdo, procurou-se dar liberdade, e analisar como um especialista no assunto se adapta a um novo jogo sério como ferramenta para ser utilizada em sala de aula. Também não foi estipulada nenhuma limitação de tempo para a utilização do *software* como aconteceu no estudo de caso com os UFA.

Juntamente com as orientações para usar o *software*, foi enviado em anexo o mesmo questionário de satisfação (Tabela 6) que foi aplicado no primeiro estudo de caso, para que quando os UFE terminassem o teste do jogo sério, respondessem às 12 questões afirmativas e 3 questões discursivas sobre benefícios/vantagens, dificuldades/desvantagens e sugestões de melhorias para o jogo sério do sistema muscular.

8 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados da aplicação dos estudos de caso, mostrando os resultados referentes ao questionário de satisfação, bem como a avaliação do desempenho dos usuários utilizando o *software* como uma ferramenta de estudos, e os resultados que refletiram no desempenho pessoal de cada usuário em relação ao conteúdo estudado.

No início do estudo de caso utilizando o jogo sério do membro inferior do sistema muscular foi solicitado tanto à professora (UFE) quanto aos alunos participantes (UFA) a assinatura no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e após decorrido o estudo de caso os alunos e a professora realizaram o preenchimento de um questionário de satisfação para a avaliação de usabilidade do jogo sério.

Foram investigados por meio de uma análise descritiva os resultados obtidos com a avaliação do primeiro estudo de caso para os estudantes e para a professora da disciplina de Anatomia I e no segundo estudo de caso com as UFE. O questionário de satisfação levou em consideração cinco fatores sugeridos pelo questionário SUMI©, ou seja, a satisfação, o controle que o ambiente proporciona, a aprendizagem, a eficiência, e a ajuda da interface. Para isso, desenvolveu-se um questionário de satisfação com 12 questões em que o usuário teve que assinalar apenas uma das cinco alternativas apresentados ao fim de cada questão, de acordo com a escala Likert de 5 pontos (onde 1 representa discordo totalmente e 5 concordo plenamente). Além disso, o questionário de satisfação apresenta três questões discursivas, onde os alunos e professora fornecem a sua opinião em relação a vantagens, desvantagens e melhorias sugeridas para o jogo sério do sistema muscular. Os cinco fatores avaliados são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Fatores de usabilidade

SA	Satisfação
CA	Controle que o ambiente proporciona
AP	Aprendizagem
EF	Eficiência

AI	Ajuda da Interface
----	--------------------

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O Quadro 4, mostra às questões apresentadas no questionário e a referência ao fator do qual ela faz parte (Quadro 3).

Quadro 4 - Questões da escala Likert do questionário de satisfação

	Questão	Fator
1	A utilização do jogo sério em geral foi uma experiência satisfatória.	SA
2	Durante a utilização do jogo sério foi possível explorar os conceitos associados ao Sistema Muscular (SM) e realizar os questionários para fixação do conteúdo através de um conjunto mínimo de operações.	CA
3	O jogo sério é importante para realização de atividades de fixação do conteúdo na disciplina de Anatomia Humana.	AP
4	A interface de interação do jogo é facilmente compreendida.	EF
5	Não houve a necessidade de parar a atividade proposta diante do surgimento de obstáculos na interação com a interface.	AP
6	Não encontrei erros relacionados ao jogo sério durante a realização das atividades do início ao fim.	SA
7	Como usuário do jogo sério foi possível visualizar e interagir com os elementos associados ao SM de uma forma intuitiva.	SA
8	O jogo sério apresenta uma interface com terminologia de ensino de Anatomia Humana de uma forma consistente.	EF
9	As informações fornecidas pelo jogo sério são satisfatórias para o entendimento da estrutura e função dos principais elementos associados ao SM.	AP

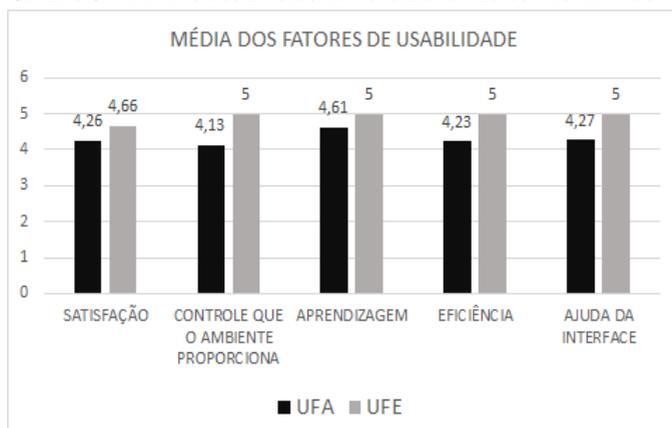
10	Independentemente da regularidade de uso do jogo sério as funcionalidades da interface de interação são de fácil memorização.	CA
11	As informações contidas na interface do jogo sério são suficientes para sua utilização.	AI
12	Durante a utilização do jogo sério as mensagens e avisos são suficientes para compreensão durante a realização do estudo do conteúdo e durante a fixação do conteúdo associado ao SM.	AI

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

8.1 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO COM UFA E UFE

Os resultados obtidos através das questões da escala Likert (Tabela 6) presentes no questionário aplicado após o primeiro estudo de caso com o UFE e UFA, foram analisados e após isso gerou-se um gráfico de colunas com a média obtida em cada fator de usabilidade (de acordo com o Quadro 3). O Gráfico 5 mostra os resultados dos dois grupos envolvidos e a média obtida em cada um deles.

Gráfico 5 - Médias dos fatores de usabilidade no estudo de caso com UFA e UFE



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Em relação à média dos fatores de usabilidade obtidos pelos UFA o destaque com maior média dos resultados ficou para a categoria Aprendizagem (AP) apresentando 4,61, em seguida a categoria Ajuda da Interface (AI) com 4,27, categoria Satisfação (SA) com média 4,26, categoria Eficiência (EF) com 4,23. E por fim, a categoria que teve um menor número de satisfação foi a Controle que o Ambiente Proporciona (CA) com média de 4,13, isso pelo fato, de vários alunos atribuírem uma nota baixa ao responderem à questão 10 do questionário de satisfação: *“Independentemente da regularidade de uso do jogo sério as funcionalidades da interface de interação são de fácil memorização”*. Isso pode ter sido pelo fato dos alunos encontrarem certa dificuldade na localização das salas, fazendo-os ter que voltar no menu e entrar na sala específica.

De modo geral, a média total obtida no jogo sério foi de 4,3, demonstrando que, considerando que a nota máxima é 5 (concordo totalmente), o jogo sério obteve uma boa aceitação pelos UFA. Já do ponto de vista do UFE, somente o fator satisfação obteve uma avaliação menor, isso foi visível nas questões que envolviam satisfação como 2 e 6 (Tabela 6) que foi atribuída uma nota menor (nota 4). Porém de modo geral a avaliação do ponto de vista do UFE foi totalmente satisfatória, pois dos 5 fatores avaliados, 4 obtiveram a nota máxima de satisfação, ou seja, uma média final de 4,93.

Além disso, três questões discursivas foram incluídas no questionário, a fim de avaliar vantagens, desvantagens e sugestões de melhorias que os usuários (UFE e UFA) observaram durante a aplicação do estudo de caso. As observações apontadas e as questões são apresentadas a seguir:

- Questão 13: Na sua opinião quais são os principais benefícios ou vantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para o estudo de anatomia do Sistema Muscular?
- Questão 14: Na sua opinião quais são as principais dificuldades ou desvantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para o estudo de anatomia do Sistema Muscular?
- Questão 15: Quais são as suas sugestões de melhoria para o jogo sério EducaAnatomia3D? Descreva, se houver, suas sugestões:

O quadro 5 mostra as respostas das questões 13, 14 e 15 obtidas no questionário de satisfação aplicados no estudo de caso nos UFA e UFE.

Quadro 5 - Respostas das questões discursivas (UFA e UFE)

Q	Respostas
13	<u>UFA</u> : Jogo possibilita a inserção de um novo recurso didático, de fácil entendimento e memorização, interativo, e que facilita na compreensão através dos objetos 3D, além de ser um recurso para fixação de conteúdo para ser utilizado tanto dentro como fora da sala de aula.
	<u>UFE</u> : a) uso do jogo na web. b) ferramenta para estudar o conteúdo de forma teórica e prática, por meio dos textos e da interação com os objetos. c) ferramenta para a fixação das informações sobre o sistema muscular. d) Questões com grau de dificuldade superior aos jogos sérios existentes.
14	<u>UFA</u> : dificuldade de identificar alguns músculos. Falta de conhecimento prévio do assunto. Pouco tempo para responder as questões.
	<u>UFE</u> : a) interação apenas com o menu e não diretamente com o objeto pode dificultar o entendimento para o aluno estudando pela primeira vez. b) Pouco tempo para a memorização dos conteúdos c) Contemplar as outras regiões do sistema muscular que também devem possuir conteúdo.
15	<u>UFA</u> : tempo maior para responder às questões, e níveis de dificuldade nas questões. Adicionar funções de interação diretamente com os objetos, e em alguns objetos apresentar-se mais descritivos contendo mais informações.
	<u>UFE</u> : a) promover a interação com o objeto, ou seja, com cada músculo de forma isolada. b) Inserir conteúdo nos outros itens do menu desse sistema.

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Baseado nas respostas obtidas através das questões discursivas, onde os UFA tiveram a oportunidade de expor suas opiniões, de acordo com a questão 13, que diz respeito a vantagens destaca-se um consenso tanto do UFA como da UFE de que o jogo sério é uma ótima ferramenta para a fixação de conteúdo. Já em relação à questão 14, as desvantagens mais abordadas dizem respeito ao aluno não poder interagir com os objetos diretamente, a dificuldade da identificação de alguns músculos, e

a falta de conhecimento prévio do assunto. Na questão 15 que dá a opção de os alunos apresentarem sugestões e melhorias, foi abordado a possibilidade de maior tempo para responderem às questões e adição de níveis de dificuldades, além da UFE achar interessante a inserção das demais regiões, para um estudo do sistema muscular completo. Como no primeiro estudo de caso não existia a possibilidade de interação diretamente com os músculos e tendões pelo fato destes serem interligados e muito aglomerados, percebeu-se por parte da UFE a importância de desenvolver um mecanismo que desse a possibilidade da seleção dos músculos e tendões por camadas para a interação com o Sistema Muscular.

Com isso, fez-se uma análise juntamente com a equipe envolvida a fim de analisar a viabilidade de resolver as questões elencadas e também se levou em consideração cada melhoria sugerida para o jogo sério, abordando assim a última fase do modelo de ciclo de vida de *software*, a manutenção que se concentra nas mudanças através de correção, adaptação e melhoramento funcional contínuo do jogo sério.

8.2 RESULTADOS DO PÓS-ESTUDO DE CASO

Além da avaliação da usabilidade feita por meio do questionário de satisfação foi realizada uma análise do quanto os alunos usaram o jogo sério fora da sala de aula, como uma ferramenta de estudo, já que o conteúdo relacionado ao membro inferior do sistema muscular foi disponibilizado apenas através do *software*. Após isso, a professora fez uma avaliação por meio de uma prova em sala de aula sobre o sistema muscular. A análise foi feita baseando-se na observância do acesso por parte dos alunos ao EducaAnatomia3D, através do usuário que foi cadastrado no estudo de caso. Com isso, foi possível monitorar na fase de fixação de conteúdo, a quantidade de questões respondidas, a quantidade de acertos e erros de toda a sala virtual, no pré-teste, pós-teste e pós-estudo de caso, e feita uma análise comparativa com os dados, que mostraram os acessos destes alunos nos dias que antecederam a avaliação em sala de aula. Os dados podem ser observados através do Gráfico 6.

Gráfico 6 - Questões em estudo de caso e pós-estudo de caso.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Iniciaram o estudo de caso 27 alunos, porém 6 tiveram que se ausentar no pós-teste, e por não utilizarem a sala de pós-teste não obtiveram pontuação, todavia observou-se que após o estudo de caso destes 6, somente um não utilizou o jogo sério. Desta forma, 26 alunos utilizaram o jogo sério como ferramenta para estudos após participar do estudo de caso e anteriormente à avaliação em sala de aula.

Os dados do Gráfico 6 nos mostram que durante o estudo de caso na fase do pré-teste os alunos responderam 736 questões, uma média de 27,3 questões respondidas por aluno, já na fase do pós-teste foram respondidas um total de 1112 questões, uma média de 41,2 questões por alunos e após o estudo de caso (preparação para avaliação) foram respondidas 3314 questões, sendo uma média de 122,7 questões por aluno. Nota-se que de acordo com os dados contidos no Gráfico 5, os alunos utilizaram mais o *software* fora da sala de aula, como uma ferramenta de fixação de conteúdo, sendo que somado às duas fases do estudo de caso, foram respondidas 1848 questões, comparado a isso na preparação para a avaliação os alunos responderam 79% de questões a mais que no estudo de caso. Esses dados foram coletados somente na primeira semana após o estudo de caso em decorrência da avaliação que ocorreu na data de coleta de dados.

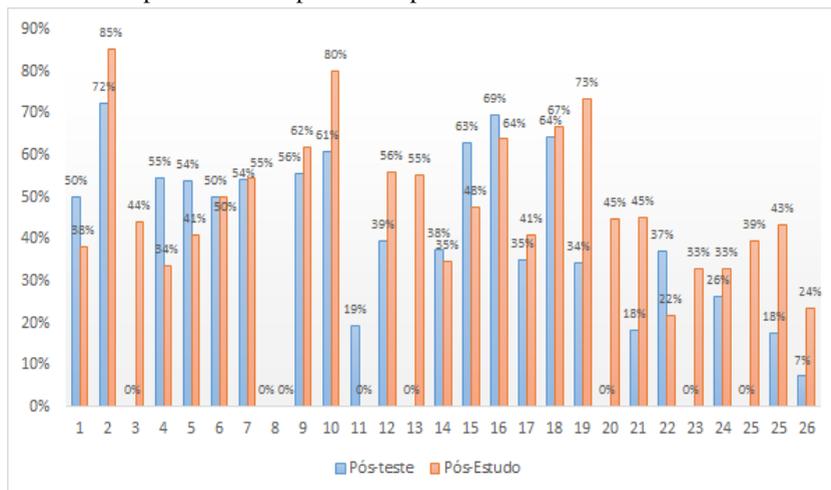
Levando em consideração que durante o estudo de caso os alunos escolheram o EducaAnatomia3D por solicitação da professora, a

utilização do jogo sério como ferramenta para estudo fora da sala de aula foi por livre escolha dos alunos, pois apesar de terem outras formas de estudos a dispor, eles escolheram utilizar o jogo sério, esse é um indicativo que demonstra a aceitação do jogo sério por parte dos alunos.

Outro aspecto observado foi o aproveitamento por parte dos alunos, que consiste em calcular quantas questões os alunos acertaram em relação à quantidade de questões respondidas. Neste aspecto foi observado que houve um aumento à medida que foi sendo mais utilizado o jogo sério.

Um dos motivos de maior aproveitamento obtido pelos alunos se deu pelo fato de que com a utilização do jogo sério o aluno teve uma maior familiarização com o conteúdo, e isso ficou visível pela quantidade de questões respondidas e a relação de acertos. No pré-teste os alunos obtiveram uma média de 5,1 acertos de uma média de 27,3 questões realizadas, representando uma média de 19% de acertos, já no pós-teste foram uma média de 19 acertos de uma média de 41,2 questões respondidas, correspondendo a uma média de 47% de acertos, e no pós-estudo de caso esse número teve uma melhora significativa, pois de uma média de 122,7 questões realizadas, foram 67 questões respondidas corretamente, ou seja, foram 55% das questões respondidas corretamente.

Gráfico 7 - Aproveitamento pós-teste e pós-estudo de caso.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O Gráfico 7 mostra o nível de aproveitamento que cada aluno obteve ao participar do estudo de caso durante a fase pós-teste fazendo uma análise comparativa com o pós-estudo de caso. Observa-se que, dos 26 alunos participantes, somente 7 tiveram um aproveitamento no pós-estudo de caso inferior que durante o pós-teste. Os outros 19 alunos tiveram uma melhoria no aproveitamento representando mais de 73%, isto significa que os alunos responderam mais questões e conseqüentemente acertaram mais essas questões respondidas.

8.3 DESEMPENHO NA AVALIAÇÃO TRADICIONAL

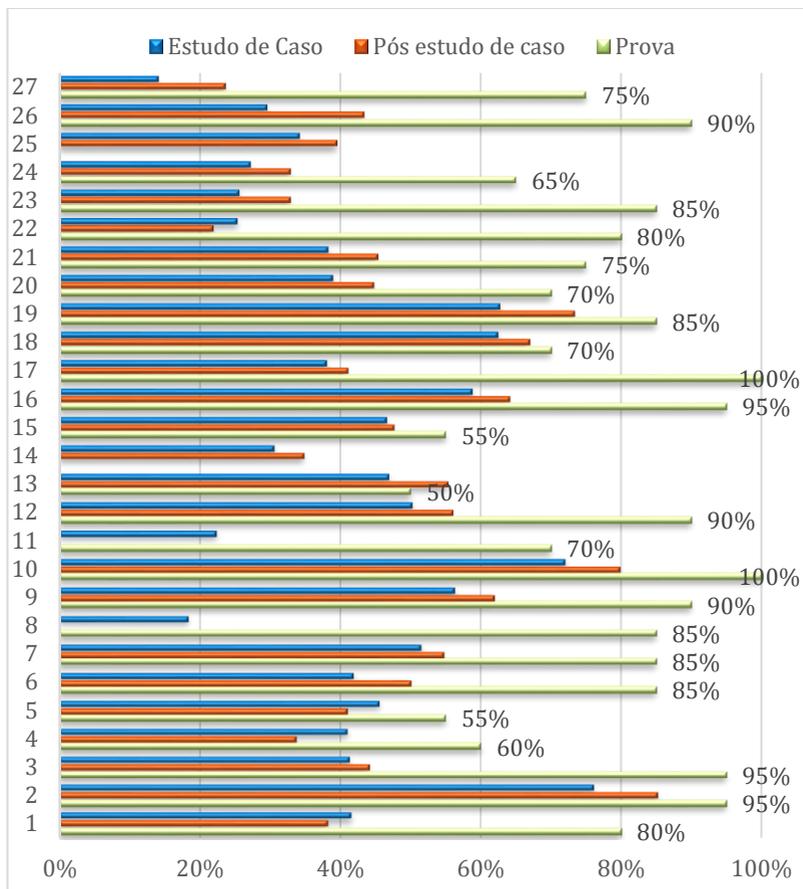
Depois do estudo de caso, a professora da disciplina elaborou uma avaliação tradicional apenas com os conteúdos do sistema muscular, seguindo a programação do estudo na Anatomia I. De acordo com a professora da disciplina de Anatomia I a avaliação tradicional incluiu todos os assuntos estudados na disciplina até o presente momento incluindo o membro inferior do sistema muscular.

Para o estudo do conteúdo do membro inferior do sistema muscular a professora aconselhou os alunos a utilizarem o ambiente como fonte de estudo, pois como citado anteriormente a professora da disciplina adotou o EducaAnatomia3D para apresentação e fixação do conteúdo do membro inferior. Apesar dos alunos serem livres para estudar da maneira que achassem melhor, usando outros meios disponíveis, observou-se através do acesso destes ao ambiente que a maioria dos alunos, ou seja, 96% destes optaram por utilizar o jogo sério como meio de estudo para avaliação presencial.

A partir dos dados coletados foi feita a análise e acompanhamento dos alunos na utilização do jogo sério tanto como ferramenta de estudos fora do estudo de caso, assim como no desempenho na avaliação final.

Os dados do Gráfico 8 mostram o desempenho dos alunos no decorrer de todas as etapas, desde o começo do estudo de caso, incluindo estudo de caso utilizando o ambiente do sistema muscular do membro inferior como ferramenta de estudos, e finalizando com o resultado obtido na avaliação final sobre o conteúdo estudado.

Gráfico 8 - Desempenho na avaliação tradicional.



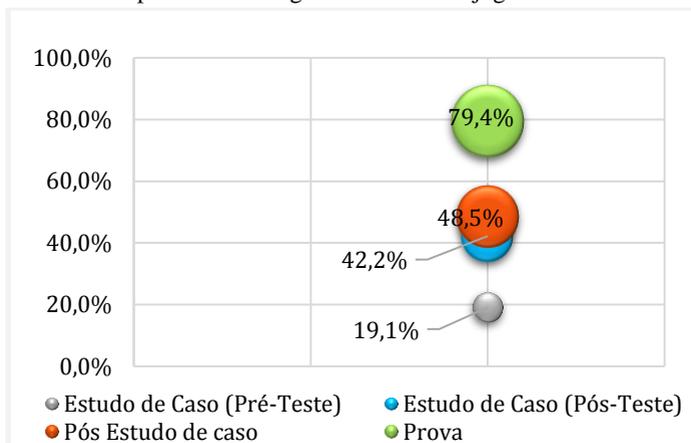
Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Conforme os dados apresentados no Gráfico 8, observa-se uma predominância de notas mais expressivas daqueles alunos que vinham tendo uma progressão no aproveitamento tanto no estudo de caso quanto no pós-estudo de caso, e esta progressão predominou-se na avaliação final do conteúdo estudado.

Seguindo as análises, que procurou fazer uma média de cada estágio dos resultados obtidos neste projeto, para isso fez-se uma média

de aproveitamento em cada uma das etapas analisadas conforme mostra o Gráfico 9.

Gráfico 9 - Aproveitamento geral utilizando o jogo sério



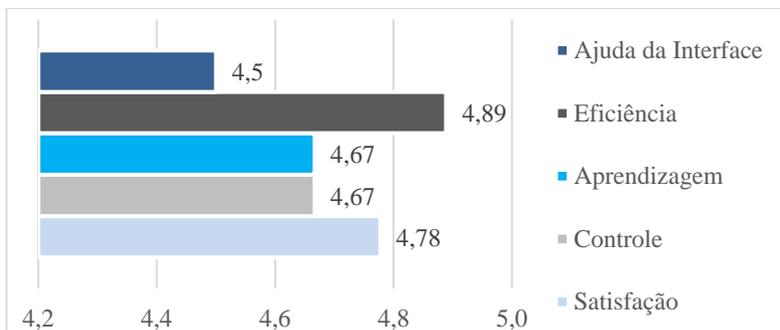
Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Os dados do Gráfico 9 mostram que a média da turma ficou em 79,4 na avaliação realizada, comparado com o estudo de caso que no pré-teste obteve-se uma média de 19,1% e pós-teste 42%, e pós estudo de caso com 49%, os alunos tiveram uma melhoria significativa no aproveitamento no decorrer da coleta destes dados, indicando assim que o jogo sério possivelmente influenciou de uma forma positiva a aprendizagem dos alunos.

8.4 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO COM UFE

Os resultados obtidos através das questões da escala Likert (Tabela 6) presentes no questionário aplicados após o estudo de caso com os UFE foram analisados seguido da geração de um gráfico com a média obtida em cada fator de usabilidade (de acordo com o Quadro 3), o Gráfico 10 mostra estes resultados.

Gráfico 10 - Médias dos fatores de usabilidade em estudo de caso com UFE



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Em relação à média dos fatores de usabilidade obtidos pelos UFE o destaque com maior média dos resultados ficou para a categoria Eficiência apresentando 4,89, em seguida a categoria Satisfação obteve uma média de 4,75, a categoria Controle que o ambiente proporciona e a categoria Aprendizagem com média 4,67 respectivamente. E por fim, o fator que teve um menor número foi a Ajuda da Interface com média de 4,5, devido ao fato de dois terços das UFE atribuírem nota menor a questão 12 descrita a seguir: “Durante a utilização do jogo sério as mensagens e avisos são suficientes para compreensão durante a realização do estudo do conteúdo e durante a fixação do conteúdo associado ao Sistema Muscular?”

De modo geral, a média total obtida no jogo sério foi de 4,7, demonstrando que, considerando que a nota máxima é 5 (concordo totalmente) e mínimo 1 (discordo totalmente), o jogo sério obteve resultados satisfatórios pelos UFE. Além disso, três questões discursivas foram incluídas no questionário, a fim de avaliar vantagens, desvantagens e sugestões de melhorias que os UFE observaram durante a aplicação do estudo de caso. As observações apontadas e às questões são apresentadas a seguir:

- Questão 13: Na sua opinião quais são os principais benefícios ou vantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para o estudo de anatomia do Sistema Muscular?
- Questão 14: Na sua opinião quais são as principais dificuldades ou desvantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para o estudo de anatomia do Sistema Muscular?

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

As respostas das questões são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6- Respostas das questões discursivas (UFE)

Q	Respostas
13	<p><u>UFE 1:</u> a) software gratuito. b) temática abordada é confiável pois é revisada por especialistas. c) permite que o aluno estude a temática e treine o aprendizado. d) feedback imediato das questões respondidas incorretamente.</p> <hr/> <p><u>UFE 2:</u> a) pode ser acessado em qualquer ambiente (sala, casa, etc...). b) Linguagem acessível e de fácil entendimento, atual, visualmente atrativo.</p> <hr/> <p><u>UFE 3:</u> a) Revisão de forma rápida e acessível do conteúdo abordado em sala de aula, fixando aspectos relevantes do tema. b) Estímulo ao aprendizado. c) Treinamento para provas curriculares e concursos. d) despertar curiosidades durante a realização do teste, que conduzem a novos conhecimentos.</p>
14	<p><u>UFE 1:</u> Não encontrei desvantagens.</p> <hr/> <p><u>UFE 2:</u> a) dificuldade em encontrar a página na internet para acessar o jogo. b) Tempo para resposta curto em algumas situações devido ao texto longo das alternativas, como são nomes de músculos e alguns extensos não há tempo suficiente para analisar todas as alternativas para então escolher a correta.</p> <hr/> <p><u>UFE 3:</u> a) bastante fácil de ser usado e possui as informações necessárias para a sua realização. b) não visualizo desvantagens em decorrência de seu uso.</p>
15	<p><u>UFE 1:</u> isolar e detalhar os músculos da cabeça/pescoço e do membro superior assim como foi isolado e detalhado os músculos do membro inferior.</p> <hr/> <p><u>UFE 2:</u> Tentar melhorar a forma de encontrar mais rapidamente o jogo no site de busca como o Google, por exemplo.</p> <hr/> <p><u>UFE 3:</u> a) identificado erros nas questões assinaladas erradas. b) ampliar a descrição da resposta correta, como a classificação do músculo ou sua ação.</p>

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Baseado nas respostas apresentadas na Tabela 8, obtidas através do questionário de satisfação nas questões discursivas, os UFE tiveram a oportunidade de expor suas opiniões, e de acordo com a questão 13, a maioria das UFE destacaram como vantagem a questão de o *software* ser gratuito e ser acessado em qualquer local, além de destacarem que o *software* é confiável pelo fato de ser revisado por especialistas no assunto. Algumas destacaram ainda que o jogo sério é visualmente atrativo e de fácil entendimento, facilitando assim o aprendizado do aluno.

Quando perguntados sobre quais as dificuldades ou desvantagens em utilizar o *software* houve um caso em que uma UFE destacou que o tempo é curto para responder algumas questões, pois algumas destas questões são extensas o que deveria demandar mais tempo para analisar as alternativas e assim fazer a escolha correta da questão, as demais UFE acharam que não há desvantagens ou dificuldade em usar o jogo sério.

A questão 15 oferece a oportunidade das UFE apresentarem sugestões de melhorias para o jogo sério, dentre as respostas está a opção de isolar e detalhar os músculos e dos demais membros do sistema muscular, uma especialista destacou que o *software* deveria ser aberto para todos acessarem, porém pelo fato do jogo sério estar em fases de testes ele ainda não está aberto ao público geral, apenas disponível para quem possui o *link*.

8.5 AVALIAÇÃO DE CONFIABILIDADE

Um questionário devidamente elaborado deve levar em consideração dois aspectos muito importantes: sua validade e sua confiabilidade. Dentro do contexto de avaliação de confiabilidade, Lee J. Cronbach desenvolveu o coeficiente alfa em 1951, um índice utilizado para medir a confiabilidade do tipo consistência interna de uma escala, ou seja, para avaliar a magnitude em que os itens de um instrumento estão correlacionados (CORTINA, 1993).

Desta forma, o presente trabalho adotou o cálculo do coeficiente de *alfa* de Cronbach para determinar o grau de confiabilidade das respostas obtidas através do questionário de satisfação aplicados nos estudos de caso. O cálculo do *alfa* de Cronbach leva em conta a variância

atribuível aos sujeitos e a interação entre sujeitos e itens (CORTINA, 1993), representada pela equação abaixo.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

- α : Alfa de Cronbach;
- K: Número de questões presente no questionário de satisfação;
- Vi: Variância de cada questão;
- Vt: Variância total das questões.

Para se estimar o alfa de Cronbach, considera-se x como sendo uma matriz n x k que corresponde às respostas quantificadas de um questionário. Cada linha de x representa um sujeito e cada coluna representa uma questão.

De acordo com a literatura, os valores considerados aceitáveis para o alfa de Cronbach são aqueles que variam de 0,70 a 0,90, sendo que os preferidos são os valores entre 0,80 e 0,90. Os valores abaixo de 0,70 são considerados baixos, e acima de 0,90 pode-se considerar que há redundância ou duplicação (STREINER, 2003).

8.5.1 Avaliação do Estudo de Caso com UFA e UFE

Com base nos resultados obtidos com o questionário de satisfação (Apêndice G) aplicado no estudo de caso com os UFA e UFE, calculou-se do alfa de Cronbach. O ID representa o número de identificação do usuário, ou seja, 24 alunos e 1 professora, somando assim 25 questões respondidas e o item o número da questão respondida (12 questões). O valor da resposta do usuário corresponde ao valor na escala de Likert, tais como: Discordo Totalmente (1); Discordo (2); Não tem Opinião/Não tem Certeza (3); Concordo (4) e Concordo Plenamente (5).

Assim, o valor de K neste caso é igual a 12, pois corresponde ao número de questões presentes no questionário de satisfação. Para calcular os valores foi utilizado o *software* da IBM, o SPSS Statistics® (IBM, 2019), que possibilita diversos cálculos relacionados a estatísticas incluindo o alfa de Cronbach. No Quadro 7 são apresentados os resultados para o UFA e UFE.

Quadro 7 - Estatística de confiabilidade de estudo com UFA e UFE

<i>Alfa de Cronbach</i>	Nº de respostas	Nº de Questões
0,893	25	12

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao se aplicar a equação do *alfa* de Cronbach, chegou-se ao resultado de $\alpha = 0,893$. Com base nesse resultado, conclui-se que os resultados obtidos com a avaliação de satisfação dos usuários são confiáveis, atendendo aos valores sugeridos para o coeficiente *alfa* de Cronbach, ou seja, estejam entre 0,80 e 0,90.

Além do *alfa* de Cronbach, a Tabela 4 apresenta a média aritmética que corresponde à soma dos valores obtidos dividida pelo número de usuários que responderam o questionário, no qual o desvio padrão é a raiz quadrada da variância, neste caso a média, indicando o quanto de variação existe em relação à média. Bem como a variância para cada resposta do questionário. Assim, os valores de V_i e V_t são obtidos, onde, V_i é a variância de cada item apresentando um resultado de 12,12 e V_t é a variância total dos itens apresentando um valor de 66,91.

Tabela 4 - Média aritmética das questões do Estudo com UFA e UFE

Questão	Nº de Respostas	Média	Desvio Padrão	Variância
p1	25	4,08	0,953	0,910
p2	25	4,28	0,791	0,627
p3	25	4,40	0,645	0,417
p4	25	4,00	1,040	1,083
p5	25	3,60	1,290	1,667
p6	25	3,60	1,384	1,917
p7	25	4,24	0,723	0,523
p8	25	4,08	0,759	0,577
p9	25	4,20	0,866	0,750
p10	25	3,48	1,228	1,510
p11	25	3,80	1,322	1,750
p12	25	4,16	,624	0,390
Soma		47,92	11,62	12,12
Total				66,91

Fonte: Elaborado pela autora.

8.5.2 Avaliação do Estudo de Caso com UFE

Com base nos resultados obtidos com o questionário de satisfação (Apêndice H) aplicado com os UFE, o cálculo do *alfa* de Cronbach foi aplicado no número de usuários que responderam o questionário, sendo que neste estudo 3 UFE responderam 12 questões. Ao aplicar a equação do *alfa* de Cronbach, chegou-se ao resultado conforme o Quadro 8.

Quadro 8 - Estatística de confiabilidade de Estudo com UFE

Alfa de Cronbach	N° de respostas	N° de Questões
0,896	3	12

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados obtidos com a avaliação de satisfação dos usuários são confiáveis, atendendo o que sugere os valores do coeficiente *alfa* de Cronbach. Além do *alfa* de Cronbach, a Tabela 5 apresenta a média aritmética, o desvio padrão e a variância referentes ao estudo de caso com as UFE.

Tabela 5 - Média aritmética de cada questão de estudo com UFE

Questão	N° de Respostas	Média	Desvio Padrão	variância
p1	3	4,66	0,577	0,333
p2	3	4,66	0,577	0,333
P4	3	4,66	0,577	0,333
P7	3	4,66	0,577	0,333
P9	3	4,33	0,577	0,333
P10	3	4,66	0,577	0,333
P11	3	4,66	0,577	0,333
P12	3	4,33	0,577	0,333

Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 5 apresenta somente as questões em que houve respostas diferentes, ou seja, quando por exemplo, todos os usuários atribuíram nota máxima para uma questão e a média ficou um valor máximo, este valor é descartado.

8.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DOS RESULTADOS

Baseado nos resultados obtidos através dos estudos de casos, pode-se analisar que para que um jogo sério seja avaliado, e aceito pela comunidade científica é imprescindível que haja a opinião dos UFA, pois são eles que vão fornecer tanto à ETC a opinião do quanto aceitável é o *software* para seu conhecimento do assunto, como as melhorias que devem existir para que este fique o mais adequado possível para utilização em sala de aula. Para o UFE os estudos mostram o quanto o aluno fixou daquilo que foi passado em sala de aula, além de saber quais conteúdos os alunos devem reforçar, com todo acompanhamento em tempo real.

Por esse motivo, os resultados obtidos através dos estudos de caso mostraram dados relevantes. Os dados coletados foram obtidos através de várias situações, sendo elas com opiniões sobre a utilização do estudo de caso, por meio do questionário de satisfação. Quanto ao acompanhamento do aluno no pós-estudo de caso, pode-se analisar que a satisfação e motivação fizeram com que o aluno voltasse a usar o *software* para preparação para a avaliação presencial. Na avaliação presencial percebeu-se que os alunos que mais usaram a ferramenta, obtiveram um melhor desempenho na avaliação tradicional.

De maneira geral, os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios no que a pesquisa se propôs, a fim de avaliar o impacto no desempenho do aluno na utilização de jogo sério como uma ferramenta de fixação de conteúdos relacionados ao membro inferior do sistema muscular.

9 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Estudos demonstram que a utilização de jogos sérios como apoio ao conteúdo do ensino superior sobre anatomia humana tem se mostrado cada vez mais eficazes, à medida que auxiliam o aluno na fixação de conteúdo, bem como ao docente na transmissão do mesmo (GRAAFLAND *et al.*, 2014; TAN *et al.*, 2017). Através da RSL pode-se perceber a preocupação dos autores em abordar uma anatomia humana de modo a melhorar o processo de ensino do estudante, diante disso, levou-se em conta um elemento importante no processo de ensino correspondente a interatividade e a apresentação de conteúdos utilizando objetos 3D.

Dados coletados através dos estudos de casos realizados nesta pesquisa apresentaram alguns aspectos positivos na utilização do jogo sério, tais como, a observação de que o jogo sério serve tanto como ferramenta para ser utilizada em sala de aula como uma forma de estudo fora da sala de aula para a fixação de conteúdo. *Softwares* como o jogo sério EducaAnatomia3D com ênfase no sistema muscular possibilitam que estudantes tenham acesso ao estudo de objetos 3D. E que possam acessar músculos e tendões de forma minuciosa através da fase de apresentação de conteúdo, além de testar seus conhecimentos obtidos, por meio da fase de fixação do conteúdo.

Outro aspecto positivo é que, apesar do aluno ter a possibilidade de manusear o objeto anatômico ou modelo no laboratório, este somente tem acesso a estes objetos sob supervisão da professora em data e horário marcados, e com o *software* o aluno pode estudar no momento mais oportuno, pois o jogo sério é de fácil acesso, bastando um *web browser*.

Aspectos relevantes observados durante o primeiro estudo de caso correspondem aos relatos dos UFA sobre as dificuldades encontradas em memorizar uma grande quantidade de conteúdo apresentado no jogo sério. Isto se deve ao fato de o sistema muscular ser complexo e apresentar uma grande quantidade de informações. Este foi um dos pontos principais que levou a professora da disciplina a utilizar o jogo sério como material de estudo em sala de aula, com o objetivo de fornecer uma alternativa de estudos de forma mais descontraída e acessível.

Além disso, por meio dos dados coletados foi possível observar que quanto mais o aluno usou o *software* melhor foi seu nível de

aproveitamento, aumentando assim, a quantidade de questões respondidas corretamente.

Outro aspecto que se mostrou satisfatório foi a disputa para obter-se uma melhor colocação no *ranking* geral e o *ranking* da sala. Durante o estudo de caso observou-se que os alunos competiram muito entre eles na sala, para poder obter uma pontuação melhor que o colega, e acredita-se que isso os motivou a utilizar mais o *software*, não somente no estudo de caso, mas também fora dele.

Uma das sugestões mais apontadas no primeiro estudo de caso envolvendo os UFA e UFE, diz respeito aos alunos não terem a possibilidade de interagir diretamente com o objeto 3D. Essas sugestões motivaram o desenvolvimento de uma nova versão do jogo sério com a possibilidade de interação com os objetos de estudos e separação por camadas de músculos do membro inferior, sendo elas superficiais e profundas. Deste modo, para testar a funcionalidade desta nova versão, foi realizado um novo estudo de caso. O resultado mostrou-se satisfatório neste quesito, pois com a seleção dos objetos pode-se ter uma noção melhor de cada músculo e tendão de forma isolada, destacando os músculos e tendões das regiões mais profundas que antes apresentavam uma dificuldade de serem acessados.

A aplicação do jogo sério com conteúdo sobre a primeira região desenvolvida do sistema muscular, ou seja, o membro inferior foi suficiente para os professores e alunos obterem uma experiência inicial com uma nova ferramenta em sala de aula. Isso ficou perceptível pelo resultado dos estudos de caso, apresentando uma média alta de aceitabilidade, bem como através da utilização do *software*, pelos usuários, dentro e fora da sala de aula, como uma ferramenta para fixação de conteúdo.

Apesar de a professora utilizar a ferramenta no estudo de caso e instruí-los a utilizar a ferramenta como forma de fixação de conteúdo, acredita-se que a motivação e a satisfação fizeram com que os alunos continuassem utilizando a ferramenta fora de sala de aula. Os alunos tiveram a liberdade de usar outros meios de estudo, (como recursos didáticos da universidade, em biblioteca, ou na internet), porém 96% deles utilizaram o *software* como ferramenta de estudo, ou seja, dos 27 alunos que participaram do estudo de caso, 25 voltaram a usar o jogo sério posteriormente, para a preparação da avaliação tradicional.

De maneira geral a aceitabilidade do jogo sério indica que este modo de ensinar pode ser adotado em outras turmas, para o estudo do sistema muscular, isto pode ser observado através do estudo de caso aplicado em UFE. Os dados coletados deste estudo demonstram que o *software* não é somente bem visto na comunidade de alunos da área de ciências da saúde, mas muito bem avaliado pelos UFE, mostrando-se assim, uma ótima ferramenta de apoio pedagógico no ensino do sistema muscular.

Como trabalho futuros, pretende-se levar em conta sugestões adquiridas do questionário de satisfação aplicado no último estudo de caso. Uma destas sugestões diz respeito a dar continuidade no desenvolvimento das demais regiões do sistema muscular com a finalidade de completar as regiões restantes no sistema muscular.

Além disso, desenvolver um mecanismo de mapeamento das questões que o aluno não respondeu corretamente, a fim de analisar qual conteúdo específico elas fazem parte, e desta forma o sistema terá os elementos para sugerir os conteúdos que deverão ser reforçados.

Durante a realização do estudo de caso especificamente na fase de fixação de conteúdo observou-se que muitos alunos passaram um tempo considerável analisando e interagindo com o objeto 3D, e muitos até ultrapassaram o tempo limite de 1 minuto. Por isso, mais uma sugestão a ser levada em conta seria a utilização de uma gradação para o nível de dificuldade das questões, de modo que o tempo que cada jogador possui para responder as questões não fique limitado num tempo pré-estabelecido, mas sim com um tempo de acordo com o nível da dificuldade da questão.

Outra possível área para expansão do jogo sério diz respeito ao desenvolvimento de recursos para a inclusão de recursos de acessibilidade como, por exemplo, recursos em libras para pessoas com deficiência auditiva.

Por fim, uma das possibilidades também diz respeito à criação de um módulo adaptado com Realidade Aumentada (AR) ou Realidade Virtual (VR) a fim de fornecer ao aluno uma experiência diferenciada na visualização dos objetos de estudos.

REFERÊNCIAS

AKL, Elie A. et al. An educational game for teaching clinical practice guidelines to Internal Medicine residents: development, feasibility and acceptability. **BMC Medical Education**, v. 8, n. 1, p. 50, 2008.

ANDRADE, Kleber de O. et al. Dynamic difficulty adjustment with Evolutionary Algorithm in games for rehabilitation robotics. In: **2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)**. IEEE, 2016. p. 1-8.

ANYANWU, John C. Characteristics and macroeconomic determinants of youth employment in Africa. **African Development Review**, v. 25, n. 2, p. 107-129, 2013.

BABICHENKO, Dmitriy et al. Designing the model patient: Data-driven virtual patients in medical education. In: **2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)**. IEEE, 2016. p. 1-8.

BABYLON.JS. Disponível em: <https://www.babylonjs.com/>. Acessado em: fevereiro de 2017.

BASTOS, Liana Albernaz de Melo; PROENÇA, Munira Aiex. A prática anatômica e a formação médica. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 7, p. 395-402, 2000.

BATISTA, Arthur V. ; LEMOS, Robson R. ; RUDOLPH, Cristiane M.; BUENO, Bruna S. ; FIUZA, Patricia J. A Web3D Serious Game for Human Anatomy Education. In: XXV Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação. Gramado. UFRGS, 2017. v. 1. p. 89-98.

BIODIGITAL. Biodigital Human©. Disponível em: <https://www.biodigital.com/>. Acessado em: Março de 2019.

BLACKMAN, Sue. Serious games... and less!. **ACM Siggraph Computer Graphics**, v. 39, n. 1, p. 12-16, 2005.

BLENDER. Disponível em: <https://www.blender.org/>. Acessado em: novembro de 2017.

BRAGA, J. Objetos de Aprendizagem: Metodologia de Desenvolvimento. **Editora da UFABC**, Sao Paulo, v. 1, 2015.

BRASIL. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação. **Universidade Federal de Santa Catarina**. Sobre o PPGTIC: Linhas de Pesquisa. 2017. Disponível em: <<http://ppgtic.ufsc.br>>. Acessado em: 20 de agosto de 2018.

BROX, E.; FERNANDEZ-LUQUE, L.; TOLLEFSEN, T. Healthy gaming–video game design to promote health. **Applied clinical informatics**, v. 2, n. 02, p. 128-142, 2011.

BUTTUSSI, Fabio et al. Evaluation of a 3D serious game for advanced life support retraining. **International journal of medical informatics**, v. 82, n. 9, p. 798-809, 2013.

CABRAL, D. E.; BARBOSA, N. J. M. Students' opinions on the use of computer rooms for teaching Anatomy. **Int. J. Morphol**, v. 23, n. 3, p. 267-70, 2005.

CODD, Anthony M.; CHOUDHURY, Bipasha. Virtual reality anatomy: Is it comparable with traditional methods in the teaching of human forearm musculoskeletal anatomy?. **Anatomical sciences education**, v. 4, n. 3, p. 119-125, 2011.

CONCEIÇÃO, Karolini Rodrigues et al. Avaliação de Usabilidade de um Jogo SériO para o Ensino de Anatomia. **Anais do Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais**, p. 199-207, 2017.

CORREDERA, Blanca M.; SANTANA, Lilian P. Relevancia de la anatomía humana en el ejercicio de la medicina de asistencia primaria y en el estudio de las asignaturas de segundo ciclo de la licenciatura en medicina. **Revista de la Fundación Educación Médica**, p. 41-51, 2003.

CORTINA, Jose. M. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. **Journal of Applied Psychology**. v. 78, p. 98-104. 1993. doi:10.1037/0021-9010.78.1.98.

CRONBACH, Lee J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951.

DANKBAAR, Mary E. W et al. Preparing residents effectively in emergency skills training with a serious game. **Simulation in Healthcare**, v. 12, n. 1, p. 9, 2017.

DAY-BLACK, Crystal. Gamification: An Innovative Teaching-Learning Strategy for the Digital Nursing Students in a Community Health Nursing Course. **ABNF Journal**, v. 26, n. 4, 2015.

DBCLS - ANATOMOGRAPHY. Disponível em: <http://lifesciencedb.jp/bp3d/>. Acessado em: 10 de novembro de 2017.

DICARLO, Stephen E. Too much content, not enough thinking, and too little FUN!. **Advances in Physiology Education**, v. 33, n. 4, p. 257-264, 2009.

DINSMORE, Charles E.; DAUGHERTY, Steven; ZEITZ, Howard J. Student responses to the gross anatomy laboratory in a medical curriculum. **Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists**, v. 14, n. 3, p. 231-236, 2001.

ERHEL, Séverine; JAMET, Eric. Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. **Computers & Education**, v. 67, p. 156-167, 2013.

FERREIRA, Vitor Manuel Fragoso et al. Developing an educational medical game using AgilePASSI multi-agent methodology. In: **2015 IEEE 28th International Symposium on Computer-Based Medical Systems**. IEEE, 2015. p. 298-303.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 33. ed. São Paulo: **Paz e Terra**. 2006.

FREIRE, Patrícia de Sá. Aumente a qualidade e quantidade de suas publicações científicas: manual para elaboração de projetos e artigos científicos. **Curitiba: Crv**, v. 90, 2013.

GIL, A. C. Metodologia do ensino superior. 4.ed. São Paulo: **Atlas**, 2013.

GIRARD, Coralie; ECALLE, Jean; MAGNAN, Annie. Serious games as new educational tools: how effective are they? A meta-analysis of recent studies. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 29, n. 3, p. 207-219, 2013.

GOMES, Vanêssa X S S; MARINHO, Alice M C P; CARNEIRO, Cleide. Jogo Digital Como Estratégia Para Aprendizagem da Anatomia do Aparelho Locomotor Humano na Perspectiva de Discentes do Curso de Educação Física. **Revista Tecnologias na Educação**. Ano 8.V.17. 2016.

GRAAFLAND, Maurits et al. A serious game can be a valid method to train clinical decision-making in surgery. **World journal of surgery**, v. 38, n. 12, p. 3056-3062, 2014.

GUO, Jing; SINGER, Nicolas; BASTIDE, Rémi. A Serious Game Engine for Interview Simulation: Application to the Development of Doctor-Patient Communication Skills. In: **2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)**. IEEE, 2014. p. 1-6.

HANNIG, Andreas et al. eMedOffice: A web-based collaborative serious game for teaching optimal design of a medical practice. **BMC Medical Education**, v. 12, n. 1, p. 104, 2012.

HWANG, Gwo-Jen; WU, Po-Han. Advancements and trends in digital game-based learning research: a review of publications in selected journals from 2001 to 2010. **British Journal of Educational Technology**, v. 43, n. 1, p. E6-E10, 2012.

IBM. **SPSS Statistics®**. 2019. Disponível em:<https://www01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/>. Acesso em: 04 maio. 2019.

JAFFER, Usman; JOHN, Nigel W.; STANDFIELD, Nigel. Surgical trainee opinions in the United Kingdom regarding a three-dimensional virtual mentoring environment (MentorSL) in Second Life: Pilot study. **JMIR serious games**, v. 1, n. 1, 2013.

JANSSEN, Anna et al. A little healthy competition: using mixed methods to pilot a team-based digital game for boosting medical student engagement with anatomy and histology content. **BMC medical education**, v. 15, n. 1, p. 173, 2015.

JORDAN, Sue; REID, Ken. The biological sciences in nursing: an empirical paper reporting on the applications of physiology to nursing care. **Journal of advanced nursing**, v. 26, n. 1, p. 169-179, 1997.

JOHNSTON, Amy N. B. Anatomy for nurses: Providing students with the best learning experience. **Nurse Education in Practice**, v. 10, n. 4, p. 222-226, 2010.

KATO, Pamela M. Evaluating efficacy and validating games for health. **GAMES FOR HEALTH: Research, Development, and Clinical Applications**, v. 1, n. 1, p. 74-76, 2012.

KNIGHT, James F. et al. Serious gaming technology in major incident triage training: a pragmatic controlled trial. **Resuscitation**, v. 81, n. 9, p. 1175-1179, 2010.

LEMOS, Robson R.; RUDOLPH, Cristiane. M.; BATISTA, Arthur. V., CONCEIÇÃO, Karolini. R.; PEREIRA, Poliana. F.; BUENO, Bruna. S.; FIUZA, Patricia, J.; MANSUR, Samira. S. Design of a Web3D Serious Game for Human Anatomy Education: A Web3D Game for Human Anatomy Education. In: **Handbook of Research on Immersive Digital Games in Educational Environments**. IGI Global, 2019. p. 586-611.

MACHADO, Liliane dos S. et al. Serious games baseados em realidade virtual para educação médica. **Rev. bras. educ. méd.**, v. 35, n. 2, p. 254-262, 2011.

MARTINS, M. A. Ensino médico. **Revista Associação Médica**. Brasil, 2006. 52(5). p. 282-283. 2006.

MAWHIRTER, Deborah A; GAROFALO, Patricia F. Expect the unexpected: Simulation games as a teaching strategy. **Clinical Simulation in Nursing**, v. 12, n. 4, p. 132-136, 2016.

MITSUHASHI, Nobutaka et al. BodyParts3D: 3D structure database for anatomical concepts. **Nucleic acids research**, v. 37, n. suppl_1, p. D782-D785, 2008.

MOORE, K. L.; DALLEY, A. F.; AGUR, A. M. R. Anatomia orientada para a clínica. **Koogan**. Rio de Janeiro (RJ). Tradução de: Moore clinical oriented anatomy. ISBN 978-85-277-2584-2, 7. ed. 2014.

MOREIRA, M A. Aprendizagem significativa crítica. Porto Alegre: **Instituto de Física da UFRGS**, 2005.

MURPHY, Gretchen; HANKEN, Mary A.; WATERS, Kathleen. **Electronic health records: Changing the vision**. Saunders WB Co, 1999.

NEY, Muriel; GONÇALVES, Celso; BALACHEFF, Nicolas. Design heuristics for authentic simulation-based learning games. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 7, n. 2, p. 132-141, 2014.

NICOLAIDOU, Iolie et al. A virtual emergency telemedicine serious game in medical training: a quantitative, professional feedback-informed evaluation study. **Journal of medical Internet research**, v. 17, n. 6, 2015.

OSÓRIO, Fernando S. et al. Ambientes virtuais interativos e inteligentes: Fundamentos, implementação e aplicações práticas. In: **XXIV Congresso da SBC-JAI 2004**. 2004.

PAIM, Crislaine Pires Padilha; GOLDMEIER, Silvia. Development of an educational game to set up surgical instruments on the Mayo stand or back table: Applied research in production technology. **JMIR serious games**, v. 5, n. 1, 2017.

PENTEADO, Cleide Souza; DAMASCENO, Eduardo Filgueiras. Contribuições da Aplicação de Jogos Digitais no Ensino de Lógica de Programação para o Ensino Médio Integrado em Informática. **Educação, Tecnologia e Cultura-ETC**, v. 14, 2016.

PEREIRA, Poliana. F de O.; CONCEIÇÃO, Karolini R.; LEMOS, Robson R.; FIUZA, Patricia J. Ensino de Anatomia Humana em Ambientes Virtuais Interativos com jogos sérios. **Anais do XXV Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação**. ISBN 978-85-9489-016-0. P. 125-134. 2018.

PEREIRA, Poliana. F de O.; FIUZA, Patricia. J.; LEMOS, Robson. R.. Aprendizado Baseado Em Jogos Digitais No Ensino De Anatomia Utilizando Gamificação: Uma Revisão Sistemática Da Literatura. Educação, Tecnologias E Cultura Digital. **Anais eletrônicos do III Congresso Ibero-Americano de Humanidades, Ciências e Educação**. p. 70-81. ISSN - 2446-547X. 2018a.

PETERSSON, Helge et al. Web-based interactive 3D visualization as a tool for improved anatomy learning. **Anatomical sciences education**, v. 2, n. 2, p. 61-68, 2009.

PLATAFORMA BRASIL. Disponível em: <http://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>. Acessado em: Maio de 2018.

PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants part 1. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de software. São Paulo: **Makron books**, 1995.

RIBEIRO, Rafael João et al. Teorias de aprendizagem em jogos digitais educacionais: um panorama brasileiro. **RENOTE**, v. 13, n. 1, 2015.

RONDON, Silmara; SASSI, Fernanda Chiarion; DE ANDRADE, Claudia Regina Furquim. Computer game-based and traditional learning method: a comparison regarding students' knowledge retention. **BMC medical education**, v. 13, n. 1, p. 30, 2013.

RUMBAUGH, James et al. **Modelagem e projetos baseados em objetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

RUTTY, Guy N. et al. Diagnostic accuracy of post-mortem CT with targeted coronary angiography versus autopsy for coroner-requested post-mortem investigations: a prospective, masked, comparison study. **The Lancet**, v. 390, n. 10090, p. 145-154, 2017.

SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **Renote**, v. 6, n. 1, 2008.

SCHROEDER, Rafaela B.; HOUNSELL, M. da S. SEU-Q-Um Instrumento de Avaliação de Utilidade de Jogos Sérios Ativos. **1o Simpósio Latino-Americano de Jogos, Araranguá (SC)-SLATJogos. Porto Alegre (RS): SBC-Sociedade Brasileira de Computação**, p. 1-10, 2016.

SMITH, G. B.; POPLETT, N. Knowledge of aspects of acute care in trainee doctors. **Postgraduate medical journal**, v. 78, n. 920, p. 335-338, 2002.

STREINER, David. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. **Journal of Personality Assessment**, v. 80, p. 217-222, 2003.

TAN, Apphia Jia Qi et al. Designing and evaluating the effectiveness of a serious game for safe administration of blood transfusion: A randomized controlled trial. **Nurse education today**, v. 55, p. 38-44, 2017.

TERZIDOU, Theodouli; TSIATSOS, Thrasyvoulos. The impact of pedagogical agents in 3D collaborative serious games. In: **2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. IEEE, 2014. p. 1175-1182.

TORI, Romero. Computação Gráfica, Jogos e Mundos Virtuais na Educação. **Computação gráfica: pesquisas e projetos rumo à Educação Patrimonial**. Centro Universitário SENAC, USP. São Paulo. 2008.

VAN NULAND, Sonya E. et al. Head to head: The role of academic competition in undergraduate anatomical education. **Anatomical sciences education**, v. 8, n. 5, p. 404-412, 2015.

VASCONCELLOS, Marcelo Simão de et al. "Jogo do acesso aberto": desenvolvendo um newsgame para a comunicação e saúde. **RECIIS – Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde**. 10(1). ISSN 1981-6278. 2016.

WALL, Marilene Loewen; PRADO, Marta Lenise do; CARRARO, Telma Elisa. The experience of undergoing a Teaching Internship applying active methodologies. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 21, n. 3, p. 515-519, 2008.

WIEMEYER, Josef; SCHNEIDER, Philipp. Applying serious games to motor learning in sport. **International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)**, v. 2, n. 4, p. 61-73, 2012.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO DOCENTE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP SH

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado docente participante

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa intitulada "**EducaAnatomia3D: Jogo Sério para o Ensino de Anatomia Humana**". Este termo tem o objetivo de solicitar a sua autorização para a participação da pesquisa a qual é coordenada pelo professor Dr. Robson R. Lemos, professor do Curso de Tecnologias da Informação e Comunicação 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 uso de jogos no contexto educacional tem como finalidade avaliar o aprendizado do aluno por meio dessa nova ferramenta para o ensino de Anatomia Humana. O objetivo desse projeto é apresentar um ambiente virtual voltado para o ensino de anatomia para o acadêmico de Fisioterapia afim de avaliar a sua aplicação pelo aluno e pelo docente de Anatomia Humana. O procedimento de coleta de dados será da seguinte forma: aplicação de questionários de satisfação no qual os alunos participantes e docentes responderão questões relacionadas ao uso da interface de interação do jogo sério EducaAnatomia3D. Essa pesquisa segue as normas da Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012.

DESCONFORTOS, RISCOS E BENEFÍCIOS: É possível ocorrer riscos de constrangimentos, desconfortos, durante a participação na execução do jogo. Pesquisadores e instituição envolvidos neste projeto fornecerão assistência imediata aos participantes, no que tange possíveis complicações e/ou danos decorrentes. Os benefícios para o estudante estão na oportunidade de conhecer mais a respeito da anatomia humana empregando uma ferramenta lúdica em um ambiente virtual.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA: Qualquer desconforto durante a execução do jogo ou aplicação do questionário, o participante poderá desistir da pesquisa ou então se preferir, e com a concordância do participante, poderá ser remarcado um horário/local para que ele/ela realize essas atividades.

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

- a) Você somente participará da pesquisa com a sua autorização, por meio da entrega desse termo de consentimento livre e esclarecido devidamente assinado;
- b) Salientamos que os procedimentos que assegurem a confidencialidade e a privacidade e a proteção da imagem dos participantes serão realizados em sua totalidade. Asseguramos que os dados obtidos com essa pesquisa não serão usados para outros fins além dos previstos no protocolo e/ou no consentimento livre e esclarecido desse estudo;
- c) Você 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 à sua participação, você poderá contatar o professor Robson R. Lemos (coordenador do projeto) por e-mail robson.lemos@ufsc.br, ou pelo telefone (48) 3721-6448. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada na Coordenadoria Especial Interdisciplinar de Tecnologias da Informação e Comunicação 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 DOCENTE 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. O professor orientador Dr. Robson R. Lemos 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 o professor orientador Dr. Robson R. Lemos no telefone (48) 3721-6448. 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, sito à *Desembargador Vitor Lima*, n° 222, 4° andar, sala 401 *Trindade 88040-400, Florianópolis/SC.*

Declaro que concordo em participar 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 Participante Docente	Data

Nome	Assinatura do Pesquisador	Data

Obrigado pela participação!

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO DISCENTE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP SH

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado participante

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa intitulada "**EducaAnatomia3D: Jogo Sério para o Ensino de Anatomia Humana**". Este termo tem o objetivo de solicitar a sua autorização para a participação da pesquisa a qual é coordenada pelo professor Dr. Robson R. Lemos, professor do Curso de Tecnologias da Informação e Comunicação 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 uso de jogos no contexto educacional tem como finalidade avaliar o aprendizado do aluno por meio dessa nova ferramenta para o ensino de Anatomia Humana. O objetivo desse projeto é apresentar um ambiente virtual voltado para o ensino de anatomia para o acadêmico de Fisioterapia afim de avaliar a sua aplicação pelo aluno e pelo docente de Anatomia Humana. Outro objetivo é adicionar funcionalidade ao jogo sério para que o mesmo seja acessado através de uma plataforma Web por estudantes da área da saúde e de outras instituições. O procedimento de coleta de dados será da seguinte forma: aplicação de questionários de satisfação no qual os alunos participantes e docentes responderão questões relacionadas ao uso da interface de

interação do jogo sério EducaAnatomia3D. 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. Pesquisadores e instituição envolvidos neste projeto fornecerão assistência imediata aos participantes, no que tange possíveis complicações e/ou danos decorrentes. Os benefícios para o estudante estão na oportunidade de conhecer mais a respeito da anatomia humana empregando uma ferramenta lúdica em um ambiente virtual.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA: Caso você apresente algum desconforto durante a utilização do jogo, você será imediatamente encaminhado para um ambiente externo ao Laboratório de Informática. Providências cabíveis serão tomadas.

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

- a) Você 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) Você 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 à sua participação, você poderá contatar o professor Robson R. Lemos (coordenador do projeto) por e-mail robson.lemos@ufsc.br, ou pelo telefone (48) 3721-6448. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada na Coordenadoria Especial Interdisciplinar de Tecnologias da Informação e Comunicação 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. O professor orientador Dr. Robson R. Lemos 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 o professor orientador Dr. Robson R. Lemos no telefone (48) 3721-6448. 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, sito à *Desembargador Vitor Lima, nº 222, 4º andar, sala 401 Trindade 88040-400, Florianópolis/SC.*

Declaro que concordo em participar 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 Participante	Data
------	----------------------------	------

Nome	Assinatura do Pesquisador	Data
------	---------------------------	------

Obrigado pela participação!

APÊNDICE C – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA ANATOMIA I

PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA I

PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA I

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá CURSO: Fisioterapia DISCIPLINA: Anatomia I PROFESSORA: Cristiane Meneghelli Rudolph		
Nº de Aulas: 02	Data: 08/06/2018	Carga Horária: 02 horas/aula
Visão Geral: Realizar a avaliação do estudo de caso do jogo sério EducaAnatomia3D, módulo Sistema Muscular, no ambiente de ensino e aplicação do questionário de satisfação.		
<p style="text-align: center;">Procedimentos metodológicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1º. Apresentação do jogo sério desenvolvido. 2º. Explicação de como será realizado a aplicação do jogo sério. 3º. Iniciar a aplicação e observar os alunos durante a utilização do jogo. 4º. Entregar o questionário de satisfação aos alunos após o término do jogo. 5º. Aplicar o questionário de satisfação. 6º. Finalização do estudo de caso e agradecimentos. 		
<p style="text-align: center;">Avaliação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observar e registrar o posicionamento crítico dos alunos durante a utilização do jogo, procurando identificar os possíveis obstáculos encontrados pelos alunos durante a realização da atividade. 		
Obs.:		

Cristiane Meneghelli Rudolph

Assinatura

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

APÊNDICE D – 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				
		1	2	3	4	5
	QUESTÕES					
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 Sistema Muscular 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 associados ao Sistema Muscular 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 associados ao Sistema Muscular.					
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 associado ao Sistema Muscular 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 Sistema Muscular?

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

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

APÊNDICE E – AVALIAÇÃO TRADICIONAL DO SISTEMA MUSCULAR

Questão nº 9: Com base no que você estudou sobre Músculos do Membro Inferior por meio do EducaAnatomia3D, responda as questões abaixo: (1,0)

9.1 Assinale a alternativa que apresenta apenas músculos localizados na região glútea.

- a) Músculo obturador interno, músculo gêmeo inferior, músculo iliopsoas e músculo glúteo médio.
- b) Músculo quadrado femoral, músculo piriforme, músculo tensor da fáscia lata e músculo obturador externo.
- c) Músculo tensor da fáscia lata, músculo pectíneo, músculo quadrado femoral e músculo obturador externo.
- d) Músculo glúteo mínimo, músculo gêmeo inferior, músculo bíceps femoral e músculo piriforme.
- e) Músculo quadrado femoral, músculo poplíteo, músculo oblíquo interno, músculo tensor da fáscia lata.

9.2 Assinale a alternativa que apresenta apenas músculos localizados na região da coxa:

- a) Músculo semitendíneo, músculo semimembranoso, músculo sartório e músculo piriforme.
- b) Músculo bíceps femoral, músculo vasto intermédio, músculo vasto lateral e músculo poplíteo.
- c) Músculo iliopsoas, bíceps femoral, músculo semitendíneo e músculo pectíneo.
- d) Músculo adutor magno, músculo adutor longo, músculo sóleo e músculo gastrocnêmio.
- e) Músculo tibial anterior, músculo tibial posterior, músculo fibular longo e músculo fibular terceiro.

Questão nº 10: Identifique os músculos apontados: (1,0)



Fonte: Elaborada pela autora (2018).

**APÊNDICE F – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO
COM UFA E UFE**

ITEM												
ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	5
2	4	4	4	5	5	5	4	2	4	2	1	4
3	2	3	5	2	2	1	4	3	3	1	1	3
4	4	5	5	5	5	1	4	3	4	4	5	4
5	4	5	5	5	2	2	4	4	5	4	4	4
6	5	4	5	4	3	5	5	4	5	4	5	5
7	4	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3
8	4	4	3	4	5	5	4	4	4	3	4	4
9	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4
10	3	5	5	4	5	4	5	4	4	3	5	5
11	5	5	5	5	4	2	5	5	5	4	3	4
12	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	4
13	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
14	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5
15	4	3	5	3	2	5	4	4	5	2	2	3
16	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
17	2	5	4	2	2	4	4	4	2	1	4	4
18	5	5	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4
19	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
20	4	4	4	2	2	2	4	4	4	2	4	4
21	4	4	4	4	2	2	4	4	4	3	1	4
22	2	4	4	4	2	2	3	4	4	3	3	4
23	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4
25	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

**APÊNDICE G – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO
COM UFE**

ITEM												
ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4
3	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4

Fonte: Elaborada pela autora (2019).