

Karolini Rodrigues da Conceição

**UM JOGO SÉRIO PARA APOIAR ESTUDANTES DE NÍVEL
SUPERIOR NO ENSINO DE ANATOMIA HUMANA DO
SISTEMA CARDIOVASCULAR**

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.

Orientador: Prof. Dr. Robson Rodrigues Lemos

Coorientadora: Prof. Dr.^a Patricia Jantsch Fiuza

Araranguá
2019

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

Conceição, Karolini Rodrigues da

Um jogo sério para apoiar estudantes de nível superior no ensino de Anatomia Humana do sistema cardiovascular / Karolini Rodrigues da Conceição ; orientador, Robson Rodrigues Lemos , coorientadora, Patricia Jantsch Fiuza, 2019.
114 p.

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

Inclui referências.

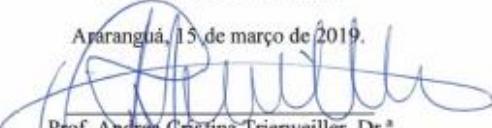
1. Tecnologias da Informação e Comunicação. 2. Jogos sérios. 3. Anatomia humana virtual. 4. Sistema cardiovascular. I. Lemos , Robson Rodrigues . II. Fiuza, Patricia Jantsch. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação. IV. Título.

Karolini Rodrigues da Conceição

**UM JOGO SÉRIO PARA APOIAR ESTUDANTES DE NÍVEL
SUPERIOR NO ENSINO DE ANATOMIA HUMANA DO
SISTEMA CARDIOVASCULAR**

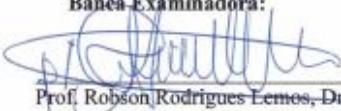
Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de
"Mestre em Tecnologias da Informação e Comunicação" e aprovada em
sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da
Informação e Comunicação

Araranguá, 15 de março de 2019.



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

Banca Examinadora:



Prof. Robson Rodrigues Lemos, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa
Catarina (videoconferência)



Prof.^a Patricia Jantsch Eruza, Dr.^a
Coorientadora
Universidade Federal de Santa
Catarina



Prof. Alexandre Leopoldo Gonçalves,
Dr.
Universidade Federal de Santa
Catarina



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



Prof.^a Janeisa Franck Virtuoso, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus familiares, em especial aos meus pais pelo apoio nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui, meu sincero agradecimento a todos os envolvidos, de forma direta ou indireta, durante esta caminhada.

Primeiramente agradeço à Deus. Obrigado pelo dom da vida, pela saúde, e por me proporcionar força em todos os momentos. Agradeço aos meus familiares pelo apoio, em especial aos meus pais José da Conceição e Gracelina Rodrigues que sempre acreditaram em mim.

Meu imenso agradecimento ao meu orientador, professor Dr. Robson R. Lemos, e a minha coorientadora, professora Dra. Patricia J. Fiuza, pela confiança, incentivo, ensinamentos, orientações e dedicação.

O apoio da professora Dra. Cristiane Meneghelli Rudolph e da aluna Bruna Scheffer Bueno, do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina, que foram fundamentais durante todo o desenvolvimento para a concretização desse trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação da Universidade Federal de Santa Catarina (Campus Araranguá) pela oportunidade e a todos os professores do PPGTIC pelos ensinamentos e colaborações.

Aos integrantes da banca examinadora por terem aceitado o convite e pelas contribuições para o aprimoramento do trabalho.

À toda equipe do Labmidia (Laboratório de Mídia e Conhecimento) e LabAnatomiaInterativa (Laboratório de Anatomia Humana e Aprendizagem Interativa), em especial aos colegas Arthur Volpato Batista, Poliana Francibele de Oliveira Pereira e Gisele da Silva Cardoso por todas as contribuições e companheirismo durante o desenvolvimento deste trabalho.

Enfim, aos amigos e colegas, pelo incentivo e apoio.

RESUMO

O crescente desenvolvimento de tecnologias educacionais apresenta grandes oportunidades no processo de ensino e aprendizagem na área de ciências da saúde. Os jogos sérios descrevem uma dessas novas tecnologias que possibilita o ensino de estudantes de uma forma lúdica e virtual em diversas áreas de conhecimento. Neste contexto, surge a necessidade de ferramentas que possam auxiliar no ensino e aprendizagem, a fim de qualificar profissionais de saúde para a era digital e da informação. Portanto, este trabalho tem como objetivo identificar a influência do jogo sério proposto neste estudo com recursos digitais fundamentais em estudantes da área de ciências da saúde no ensino de anatomia humana do sistema cardiovascular. Com base na participação de especialistas em Anatomia Humana no projeto e desenvolvimento do jogo sério, este estudo permite explorar conceitos específicos das principais artérias e veias do corpo humano, tradicionalmente discutidos em sala de aula dentro do contexto da disciplina de anatomia. Para tal, a metodologia adotada é uma pesquisa aplicada e tecnológica por meio de estudos de caso com abordagem qualitativa. Para a concepção do jogo sério utilizou-se tecnologias para desenvolvimento de aplicações Web3D e para avaliação do ambiente de ensino virtual realizou-se dois estudos de caso com alunos do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina na disciplina de Anatomia II. Desse modo, esta pesquisa avaliou, por meio de um questionário de satisfação a usabilidade do jogo sério por parte de estudantes e especialistas na área da saúde. A partir dos resultados obtidos e observações realizadas nos estudos de caso, foi possível identificar características inovadoras que devem estar presentes no projeto de jogos sérios para o ensino da anatomia humana, bem como benefícios para estudantes da área da saúde na utilização do jogo sério como apoio para o ensino da anatomia do sistema cardiovascular.

Palavras-chave: Jogos sérios. Anatomia humana virtual. Sistema cardiovascular.

ABSTRACT

The growing development of educational technologies presents great opportunities in the teaching and learning process in the area of health sciences. Serious games describe one of those new technologies that makes it possible to teach students in a playful and virtual way in different areas of knowledge. In this context, the need arises for tools that can aid in teaching and learning, in order to qualify health professionals for the digital and information age. Therefore, this work aims to identify the influence of the serious game proposed in this study with fundamental digital resources in students of the area of health sciences in the education of human anatomy of the cardiovascular system. Based on the participation of specialists in Human Anatomy in the design and development of the serious game, this study allows to explore specific concepts of the main arteries and veins of the human body, traditionally discussed in the classroom within the context of the anatomy discipline. For that, the methodology adopted is an applied and technological research through case studies with a qualitative approach. For the conception of the serious game it was used technologies for Web3D applications and for evaluation of the virtual educational environment two case studies were carried out with students of the Physiotherapy program at the Federal University of Santa Catarina in the discipline of Anatomy II. Thus, this research evaluated, through a satisfaction questionnaire, the usability of a serious game play by students and health experts. From the results obtained and observations made in the case studies, it was possible to identify innovative features that should be present in the design of serious games for the education of human anatomy, as well as benefits for health students in the use of serious game as support for teaching the anatomy of the cardiovascular system.

Keywords: Serious games. Virtual human anatomy. Cardiovascular system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas para a elaboração do conteúdo anatômico.....	52
Figura 2 - Menu hierárquico do sistema cardiovascular.....	53
Figura 3 - Biblioteca <i>BodyParts3D</i>	57
Figura 4 - <i>Software</i> de modelagem geométrica <i>blender</i>	57
Figura 5 - Cadastro de usuários	58
Figura 6 - Página inicial do EducaAnatomia3D	59
Figura 7 - Todas as salas	60
Figura 8 - Minhas salas.....	60
Figura 9 - Ranking da sala e ranking geral.....	61
Figura 10 - Sistemas anatômicos presentes no EducaAnatomia3D	62
Figura 11 - Estrutura anatômica do coração	63
Figura 12 - Sistema cardiovascular	64
Figura 13 - Artéria carótida interna	64
Figura 14 - Veias superficiais.....	65
Figura 15 - Escolha dos vasos sanguíneos.....	65
Figura 16 - Regiões das artérias e veias.....	66
Figura 17 - Roleta digital.....	66
Figura 18 - Pergunta sobre a região do tórax das artérias.....	67
Figura 19 - Ranking da sala - sistema cardiovascular/veias	67
Figura 20 - Ranking geral.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Base de dados e variáveis de busca	33
Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão	33
Quadro 3 - Tecnologias e avaliações abordadas nos estudos	40
Quadro 4 - Aspectos e classificação da pesquisa.....	48
Quadro 5 - Vasos sanguíneos	54
Quadro 6 - Estudo de caso do sistema cardiovascular.....	69
Quadro 7 - Questionário de satisfação.....	70
Quadro 8 - Questões discursivas	71
Quadro 9 - Cronograma turma 2018-1	74
Quadro 10 - Questões abertas do questionário de satisfação.....	77
Quadro 11 - Cronograma turma 2018-2	79
Quadro 12 - Questões abertas do questionário de satisfação.....	82
Quadro 13 - Resultados da avaliação de confiabilidade	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da busca nas bases de dados.....	34
Tabela 2 - Classificação dos estudos selecionados.....	38
Tabela 3 - Estatísticas descritivas semestre 2018-1	84
Tabela 4 - Média aritmética de cada questão.....	85
Tabela 5 - Estatísticas descritivas semestre 2018-2 primeira semana	85
Tabela 6 - Média aritmética de cada questão (primeira semana)	86
Tabela 7 - Estatísticas descritivas semestre 2018-2 segunda semana	87
Tabela 8 - Média aritmética de cada questão (segunda semana)	88

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Publicações ao longo dos anos	35
Gráfico 2 - Publicações por países	36
Gráfico 3 - Publicações das fontes	37
Gráfico 4 – Idade dos usuários (2018-1)	72
Gráfico 5 - Idade dos usuários (2018-2)	72
Gráfico 6 - Sexo dos usuários	73
Gráfico 7 - Experiência com jogos	74
Gráfico 8 - Sala virtual pré-teste	75
Gráfico 9 - Sala virtual pós-teste	76
Gráfico 10 - Comparação de acertos entre as salas pré-teste e pós-teste	76
Gráfico 11 - Média dos fatores de usabilidade	77
Gráfico 12 - Sala virtual sistema cardiovascular/artérias	79
Gráfico 13 - Média dos fatores de usabilidade – primeira semana	80
Gráfico 14 - Sala virtual sistema cardiovascular/veias	81
Gráfico 15 - Média dos fatores de usabilidade – segunda semana	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSS – *Cascading Style Sheets*

DGBL – *Digital Game-Based Learning*

DPOC – Doença pulmonar obstrutiva crônica

HTML – *HyperText Markup Language*

PHP – *Hypertext Preprocessor*

PPGTIC – Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação

RSL – Revisão Sistemática da Literatura

SPSS – *Statistical Package for the Social Science*

Start – *State of the Art through Systematic Review*

SUMI – *Software Usability Measurement Inventory*

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos

Web3D – Tecnologia gráfica tridimensional (3D) suportada pela *World Wide Web* (WWW)

WebGL – *Web Graphics Library*

WoS – *Web of Science*

2D – Bidimensional

3D – Tridimensional

LISTA DE SÍMBOLOS

α – Coeficiente de *Alfa* de Cronbach

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	PROBLEMÁTICA.....	28
1.2	OBJETIVOS	28
1.2.1	Objetivo geral	28
1.2.2	Objetivos específicos	29
1.3	JUSTIFICATIVA.....	29
1.4	ADERÊNCIA DO OBJETO DE PESQUISA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	30
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	30
2	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	32
2.1	PLANEJAMENTO	32
2.2	EXECUÇÃO	34
2.3	ANÁLISE DOS ESTUDOS.....	35
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	44
3.1	JOGOS SÉRIOS	44
3.1.1	Jogos Sérios para Ciências da Saúde	45
3.2	ANATOMIA HUMANA VIRTUAL.....	46
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	48
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	48
4.2	COLETA DOS DADOS	49
4.3	ANÁLISE DOS DADOS	50
5	JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE ANATOMIA DO SISTEMA CARDIOVASCULAR	51
5.1	ESTRATÉGIA PARA ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO PARA O ENSINO VIRTUAL DE ANATOMIA	51
5.2	TECNOLOGIAS EMPREGADAS.....	56
5.3	O JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D.....	58
5.3.1	Sistema Cardiovascular	62

6	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS..	69
6.1	PERFIL DOS USUÁRIOS	72
6.2	PRIMEIRO ESTUDO DE CASO.....	74
6.3	SEGUNDO ESTUDO DE CASO.....	78
6.4	AVALIAÇÃO DE CONFIABILIDADE.....	82
6.4.1	Avaliação do primeiro estudo de caso	83
6.4.2	Avaliação do segundo estudo de caso	85
7	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	89
	REFERÊNCIAS.....	91
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO DOCENTE.....	100
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO DISCENTE	103
	APÊNDICE C – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II DO DIA 22/03/2018	106
	APÊNDICE D – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II DO DIA 16/08/2018	107
	APÊNDICE E – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II DO DIA 23/08/2018	108
	APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO PARA O JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D	109
	APÊNDICE G – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO (SEMESTRE 2018-1).....	112
	APÊNDICE H – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO (PRIMEIRA SEMANA – SEMESTRE 2018-2).....	113
	APÊNDICE I – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO (SEGUNDA SEMANA – SEMESTRE 2018-2)	114

1 INTRODUÇÃO

A anatomia humana é um componente curricular essencial nos cursos de ciências da saúde, no qual seu objetivo consiste em aprender a estrutura e a função do corpo humano (BRENTON *et al.*, 2007; AZER; AZER, 2016). Em seu conceito mais amplo, a Anatomia é a ciência que estuda, macro e microscopicamente, a constituição e o desenvolvimento dos seres organizados (DANGELO, 2007, p. 1). Durante muitos anos o ensino da anatomia se concentrou nos métodos tradicionais baseados no professor e desenhos em 2D, que de acordo com Venail *et al.* (2010), levam a dificuldades para os alunos visualizarem mentalmente a arquitetura 3D da vida real de cada estrutura anatômica.

Para ajudar na compreensão da anatomia humana por parte de estudantes e profissionais da área de ciências da saúde, novos métodos de ensino baseados em programas computacionais vêm sendo implementados juntamente a abordagens tradicionais (SEITEL *et al.*, 2009). Os recentes avanços tecnológicos e a facilidade de acesso, em particular dos jogos, aumentam o uso destes em diversas áreas, a exemplo da área da saúde (SCHROEDER; HOUNSELL, 2016). O uso de jogos têm conquistado espaço e relevância no campo de pesquisa, e podem ser vistos como uma ferramenta capaz de unir aprendizado e entretenimento.

Muitas áreas de conhecimento, assim como a anatomia humana, se beneficiam com os avanços tecnológicos, a exemplo de ferramentas virtuais e jogos sérios. Nos últimos anos, o termo jogos sérios vêm ganhando espaço e destaque. Aplicados em várias áreas do conhecimento, os jogos sérios (do inglês, *serious games*) são focados no aprendizado. Estes jogos, com propósito e conteúdo específicos têm como foco transmitir ao usuário uma entrada de conhecimento (conteúdo) em que o mesmo será testado (LAAMARTI; EID; SADDIK, 2015).

Com base nisso, se faz necessário o desenvolvimento de ferramentas inovadoras que possibilitem aos estudantes de ciências da saúde explorar características essenciais durante o estudo da anatomia humana. Portanto, o presente estudo se propôs a projetar um jogo sério para apoiar estudantes da área de ciências da saúde no ensino de anatomia humana do sistema cardiovascular. Este estudo é parte de um projeto de pesquisa intitulado EducaAnatomia3D¹ o qual é um jogo sério para o ensino de Anatomia do Sistema Esquelético, Muscular, Cardiovascular e Nervoso (BATISTA *et al.*, 2017; LEMOS *et al.*, 2019; PEREIRA, 2019).

¹ <http://www.labanatomiainterativa.ufsc.br/ea3d/>

1.1 PROBLEMÁTICA

Estudar anatomia humana, não é uma tarefa simples. A imensa nomenclatura das estruturas anatômicas, bem como a relação entre elas e a compreensão dos conceitos associados à estrutura e função, caracterizam o ensino da anatomia humana (AZER; AZER, 2016). Tal realidade pode tornar a aprendizagem complexa para os alunos (SMITH *et al.*, 2016).

Outra dificuldade que o ensino de anatomia humana enfrenta é o alto custo na manutenção dos laboratórios de anatomia. A conservação de estruturas consideradas pequenas e frágeis, a exemplos dos vasos sanguíneos, que necessitam de uma dissecação perfeita, as quais são difíceis de serem preservadas em dissecações, tornando-se um desafio o seu estudo em laboratórios (GAUTHIER; CORRIN; JENKINSON, 2015). Além disso, o desafio na obtenção e manutenção de cadáveres, que ao longo do tempo sofrem desgaste mecânico (LEMOS *et al.*, 2019).

Atualmente é possível encontrar várias ferramentas, sites, blogs que abordam a Anatomia Humana de forma geral normalmente do ponto de vista de um atlas 3D. Em contrapartida, a maioria dos ambientes virtuais para o ensino de anatomia não exploram extensivamente aspectos fundamentais para o entendimento da função de determinadas estruturas da anatomia humana, além de não apresentarem em sua maioria a opção da apresentação do conteúdo e fixação do conteúdo na língua portuguesa.

Com base nisso, identificou-se a seguinte pergunta de pesquisa: “Qual a influência de jogos sérios com recursos digitais fundamentais em estudantes da área de ciências da saúde para o estudo da anatomia humana do sistema cardiovascular?”

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho encontram-se divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar a influência do jogo sério proposto com recursos digitais fundamentais em estudantes da área de ciências da saúde no ensino de anatomia humana do sistema cardiovascular.

1.2.2 Objetivos específicos

- Mapear em conjunto com especialistas em Anatomia Humana os recursos digitais fundamentais que devem estar presentes em ambientes virtuais de ensino para o estudo do sistema cardiovascular.
- Projetar e desenvolver um jogo sério para o ensino de anatomia humana do sistema cardiovascular com a participação de usuários e especialistas em Anatomia.
- Avaliar os efeitos do ambiente de ensino proposto através de estudos de caso em sala de aula na disciplina de Anatomia no curso de Fisioterapia da UFSC.
- Analisar os resultados obtidos com os estudos de caso.

1.3 JUSTIFICATIVA

Especialmente na área da saúde, há uma necessidade por desenvolvimentos de aplicações tecnológicas que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que só a utilização de recursos tradicionais (e.g., livro, professor ou laboratórios), nem sempre podem proporcionar aos estudantes dimensões reais das estruturas anatômicas (RICCIARD; PAOLIS, 2014).

O uso de tecnologias para ensino de anatomia desempenha um papel importante na aprendizagem, fornecendo um novo ambiente de estudo além do laboratório de anatomia (RICHARDSON *et al.*, 2011). Gradativamente os avanços tecnológicos da computação gráfica possibilitaram um crescimento no desenvolvimento de jogos, emergindo como uma poderosa ferramenta educacional (ALAMRI *et al.*, 2013), e que vem ganhando espaço no âmbito acadêmico.

O uso de modelos 3D baseados na *Web* permite explorar características interessantes buscando o aumento de qualidade no ensino, e conseqüentemente auxiliam os recursos didáticos tradicionais. Logo, torna-se fundamental o projeto e desenvolvimento de novos métodos, que possibilitem a compreensão e exploração de conceitos essenciais dentro do contexto do ensino da anatomia humana.

Neste contexto, o objetivo deste estudo diante desse cenário, é fazer com que o jogo sério desenvolvido para o ensino de anatomia do sistema cardiovascular, auxilie na compreensão e visualização de estruturas anatômicas pequenas e frágeis em um ambiente 3D.

1.4 ADERÊNCIA DO OBJETO DE PESQUISA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

O Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC) tem em sua essência a interdisciplinaridade, pois divide-se em três linhas de pesquisa, Tecnologia Computacional, Tecnologia, Gestão e Inovação e Tecnologia Educacional. Desta forma, a pesquisa proposta no trabalho atende a linha educacional, tendo em vista que de acordo com PPGTIC (2017), o objetivo desta linha, “é auxiliar a fomentar o desenvolvimento de habilidades e competências para uso de tecnologias como apoio a inovações educacionais”.

Sendo assim, o presente estudo é aderente à linha educacional, mediante as fundamentações teóricas abordadas e o projeto de um jogo sério para o ensino do sistema cardiovascular inédito a ser aplicado no ensino de anatomia humana nos cursos de ciências da saúde. A pesquisa também adere ao PPGTIC apresentando-se interdisciplinar, uma vez que envolve várias áreas de conhecimento, tais como, Tecnologia Educacional, Tecnologia Computacional, tendo em vista o desenvolvimento de um jogo sério e Anatomia Humana.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Além do presente capítulo, que apresenta a problemática, os objetivos da pesquisa e a aderência ao PPGTIC, esta dissertação apresenta mais seis capítulos, sendo assim estruturado:

Capítulo 2: Este capítulo apresenta uma revisão sistemática da literatura, a fim de identificar o estado da arte sobre ambientes virtuais para o ensino de anatomia humana, no qual são apresentados o planejamento da pesquisa, sua execução e as análises dos estudos selecionados.

Capítulo 3: Apresenta o referencial teórico sobre os temas jogos sérios, jogos sérios para ciências da saúde, e anatomia humana virtual.

Capítulo 4: O quarto capítulo descreve os procedimentos metodológicos da presente pesquisa. Para isso, são descritos, a classificação da pesquisa, a coleta dos dados e análise dos dados.

Capítulo 5: Apresenta o projeto e desenvolvimento do sistema cardiovascular. São detalhados a estratégia para a elaboração do conteúdo anatômico, tecnologias utilizadas, o ambiente EducaAnatomia3D, bem como o sistema cardiovascular.

Capítulo 6: Este capítulo, por sua vez, descreve a análise dos dados obtidos com os resultados da avaliação do sistema cardiovascular em sala de aula.

Capítulo 7: O último capítulo, apresenta as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

Para finalizar, num capítulo à parte, são apresentadas as referências utilizadas para o trabalho.

2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A presente pesquisa foi elaborada a partir da necessidade de identificar estudos sobre ambientes virtuais interativos para o ensino de anatomia humana. Para isso, foi adotada uma pesquisa exploratória, por meio de procedimentos da revisão sistemática da literatura (RSL), em base de dados internacionais, a fim de realizar uma análise bibliométrica.

Portanto, a RSL foi aplicada conforme sugere Freire (2013), um procedimento exploratório afim de buscar e analisar as publicações, seguindo o manual de Cochrane Handbook e NHS/York., que segundo a autora descreve sete passos para a elaboração de uma RSL, são eles: formulação da pergunta; localização e seleção nas bases de dados; avaliação crítica dos estudos; coleta de dados; análise e apresentação dos dados; interpretação dos dados; e, aprimoramento e atualização da revisão.

Neste contexto, a seguir são descritas as etapas para elaboração da RSL, distribuídas em três etapas: Planejamento; Execução; e Análise dos Estudos.

2.1 PLANEJAMENTO

Durante a etapa de planejamento foram definidos: a questão de pesquisa; os descritores; os critérios de inclusão e exclusão; e as bases de dados a serem utilizadas. Desse modo, a presente RSL teve como objetivo analisar a evolução dos estudos relacionados a ambientes virtuais para o ensino de anatomia. A realização de busca nas bases de dados ocorreu por meio de dois descritores: Descritor 1: ("*virtual anatomy*" OR "*interactive anatomy*" OR "*anatomy software*" OR "*anatomy model**" OR "*3D anatomy*" OR "*three-dimensional anatomy*"); descritor 2: *education**.

Para isso, bases internacionais de dados foram utilizadas, para que se alcançasse o objetivo da pesquisa. *SCOPUS Elsevier®*, *Web of Science® (WOS)* e *IEEEExplore®* foram as bases de dados escolhidas no presente estudo. A pesquisa levou em consideração o acesso aos artigos completos, na língua inglesa e portuguesa. No Quadro 1, são apresentadas as bases de dados, bem como os descritores utilizados.

Quadro 1 - Base de dados e variáveis de busca

Base de Dados	Variáveis de busca
Scopus Elsevier®	("virtual anatomy" OR "interactive anatomy" OR "anatomy software" OR "anatomy model*" OR "3D anatomy" OR "three-dimensional anatomy") AND (education*)
Web Of Science®	TS= (("virtual anatomy" OR "interactive anatomy" OR "anatomy software" OR "anatomy model*" OR "3D anatomy" OR "three-dimensional anatomy") AND (education*))
IEEEExplore®	("virtual anatomy" OR "interactive anatomy" OR "anatomy software" OR "anatomy model*" OR "3D anatomy" OR "three-dimensional anatomy") AND (education*)

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a busca foram considerados os critérios de inclusão e exclusão de documentos, conforme apresentando no Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Artigos completos. ✓ Publicações em inglês ou português. ✓ Descritores no título, resumo ou palavras-chaves.
Critérios de Exclusão	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Artigos repetidos nas bases de dados. ✗ Título, resumo e palavras-chaves não relacionados aos descritores pesquisados. ✗ Após a leitura do resumo identificado que o assunto não relaciona com descritores.

Fonte: Elaborado pela autora.

2.2 EXECUÇÃO

Seguindo os critérios de execução da revisão sistemática da literatura sobre ambientes virtuais interativos para o ensino de anatomia, iniciou-se a inserção de busca nas bases de dados. Assim, por meio da utilização dos dois descritores definidos, foi possível obter os seguintes números de publicações, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da busca nas bases de dados

Base de Dados	Número de Artigos Selecionados
<i>Scopus Elsevier</i> ®	153
<i>Web Of Science</i> ®	110
<i>IEEEExplore</i> ®	13

Fonte: Elaborada pela autora.

Ao limitar a busca para artigos completos como meio de publicação, refinou-se a busca na base *Scopus*® para 99 publicações, a base *WoS*® 78 publicações e a *IEEEExplore*® apresentando 2 publicações. Esse critério visou o acesso completo do artigo, além de obter uma melhor compreensão do assunto abordado nos documentos.

A partir desta etapa, foi utilizado a ferramenta *Start*® (*State of the Art through Systematic Review*) para a exportação dos artigos, bem como análise e seleção dos estudos (LAPES, 2017). Essa ferramenta foi elaborada pelo Laboratório de Pesquisas em Engenharia de *Software* do departamento de computação da Universidade de São Carlos (UFSCAR), com o objetivo de auxiliar pesquisadores, durante todo o processo de elaboração e análise dos dados de uma revisão sistemática da literatura.

Assim, iniciou-se a execução da revisão sistemática da literatura, por meio das seguintes etapas:

1. Importação dos 99 artigos da *Scopus*®, 78 artigos da *WoS*®, e 2 artigos da *IEEEExplore*® para a ferramenta *Start*, totalizando 179 artigos.
2. A seleção das publicações levou em conta os critérios de inclusão e exclusão definidos no Quadro 2. Assim, primeiramente a ferramenta *Start* identificou os artigos duplicados entre as bases de dados. Nessa etapa foram identificados 64 artigos duplicados, obtendo assim um total de 115 artigos.

3. Exclusão aos pares de artigos duplicados, artigos que não continham os termos de busca no título, palavras-chaves e resumo, e trabalhos não alinhados com os objetivos da pesquisa. Assim, obteve-se 35 artigos válidos.
4. Após a leitura dos 35 artigos, objetivando identificar estudos que apresentassem mais alinhados com a pesquisa, obteve-se como resultado para análise o total de 26 artigos.

2.3 ANÁLISE DOS ESTUDOS

A partir da seleção realizada através da RSL, gráficos e tabelas foram elaborados expondo aspectos importantes relacionados aos 26 estudos, são eles: publicações por anos; publicações por países; fontes das publicações; classificação dos artigos selecionados, tecnologias utilizadas, avaliações em sala de aula e tipo de avaliação.

Desse modo, no Gráfico 1 é possível observar a evolução dos estudos sobre ambientes virtuais interativos para o ensino de anatomia entre os anos de 1998 a 2018. Nos anos de 2006 (4 documentos), 2013 e 2014 (3 documentos cada) há um número maior de publicações quando comparado aos demais anos.

Gráfico 1 - Publicações ao longo dos anos

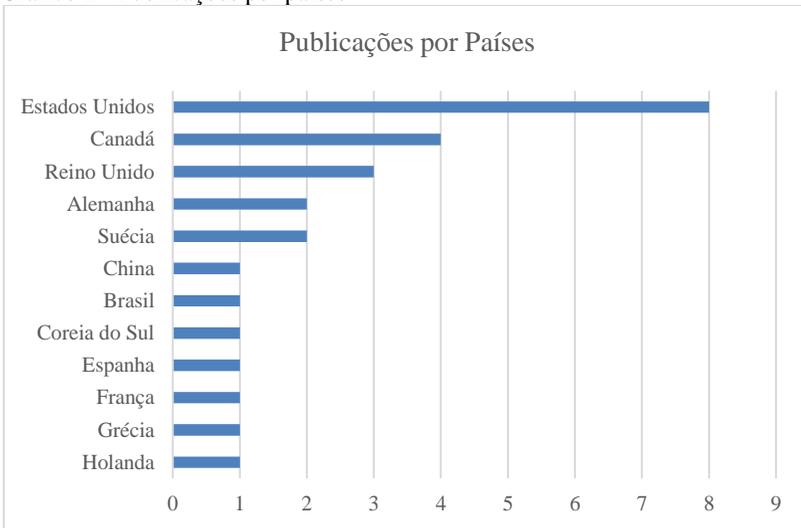


Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar as publicações por países apresentada no Gráfico 2, é possível verificar que os Estados Unidos se destacam significativamente apresentando 8 publicações. Esse resultado deve-se aos grandes investimentos que o país faz na produção de novas tecnologias, além de

possuir sedes de empresas renomadas (e.g., *Apple*, *Google*, *Amazon* e *Microsoft*) e que conseqüentemente causam impacto no mundo inteiro. Em seguida destacam-se Canadá (4 publicações), Reino Unido (3 publicações); Alemanha e Suécia (2 publicações). Os demais países apresentam apenas uma publicação.

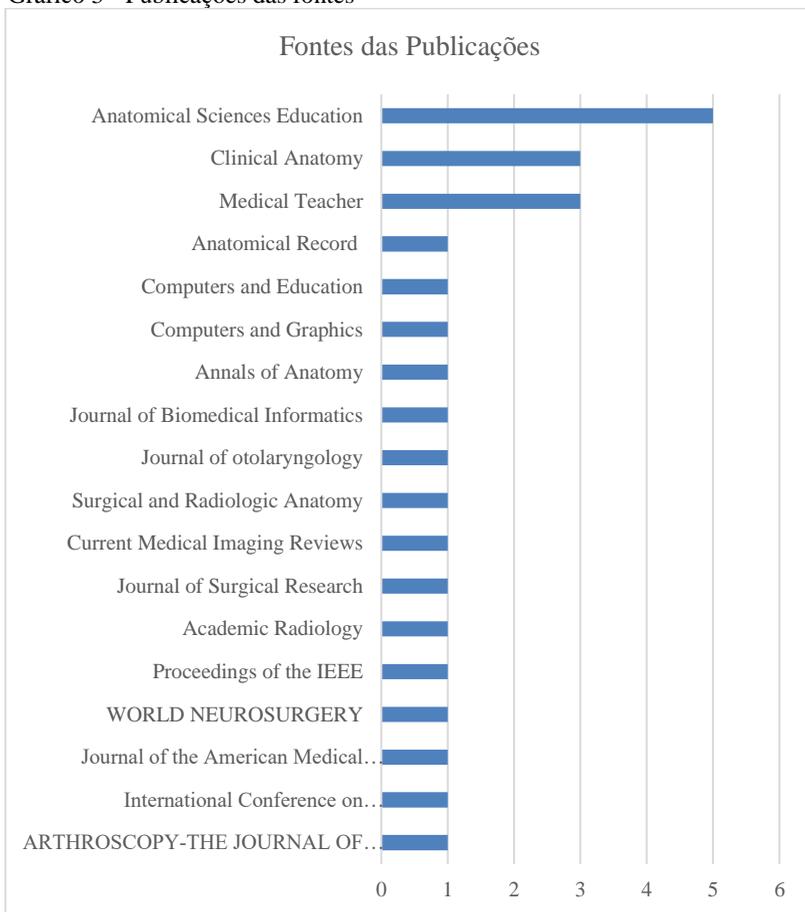
Gráfico 2 - Publicações por países



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar mais profundamente o tema, o Gráfico 3 mostra que as maiores publicações sobre ambientes virtuais interativos para o ensino da anatomia se encontram nas seguintes fontes de publicações: *Anatomical Sciences Education* com 5 publicações e *Clinical Anatomy e Medical Teacher* com 3 publicações cada uma. As demais fontes apresentam 1 publicação.

Gráfico 3 - Publicações das fontes



Fonte: Elaborado pela autora.

Quando se observam a área do conhecimento, autor, ano, país e citações dos 26 artigos seleccionados, obtêm-se a Tabela 2. Fica evidente uma predominância de pesquisas na área de Medicina, com um total de 23 artigos direcionados para esta área do conhecimento. Em seguida, a área do conhecimento ciências da computação, com 2 publicações 1 publicação na área de anatomia e morfologia.

Ao analisarmos o número de citações das áreas de conhecimento com maior número de documentos, na Medicina, Petersson *et al.* (2009) obteve 161 citações, no qual avaliou em seu estudo, a partir da criação de vários modelos 3D vascular, se os alunos valorizam a dimensão

tridimensional (3D) como uma ferramenta de aprendizagem e que valor eles ganham no seu uso para atingir seus objetivos de aprendizagem anatômica. Brenton *et al.* (2007), na área de ciências da computação apresentam 159 citações, trazendo em seu estudo uma visão geral dos métodos usados para ensinar anatomia a estudantes de medicina e discute as vantagens e desvantagens educacionais do uso de modelos computacionais tridimensionais. Além disso, apresenta dois recursos *Web3D* para melhorar o ensino de graduação do sistema nervoso.

Tabela 2 - Classificação dos estudos selecionados

Área de conhecimento	Autor (ano)	País	Número de Citações
Medicina	Petersson <i>et al.</i> (2009)	Suécia	161
	Satava e Jones (1998)	Estados Unidos	128
	Silén <i>et al.</i> (2008)	Suécia	95
	O'Byrne, Patry e Carnegie (2008)	Canadá	75
	Lewis <i>et al.</i> (2014)	Reino Unido	74
	Pommert <i>et al.</i> (2006)	Alemanha	68
	Temkin <i>et al.</i> (2006)	Estados Unidos	67
	Dev <i>et al.</i> (2002)	Estados Unidos	65
	Richardson-Hatcher, Hazzard e Ramirez-Yanez (2014)	Estados Unidos	53
	Venail <i>et al.</i> (2010)	França	50
	Granger <i>et al.</i> (2006)	Estados Unidos	38
	Attardi e Rogers (2015)	Canadá	34
	Notaris <i>et al.</i> (2013)	Espanha	31
	Hassinger <i>et al.</i> (2010)	Estados Unidos	27
	Doubleday, O'Loughlin e Doubleday (2011)	Estados Unidos	24
	Tworek <i>et al.</i> (2013)	Canadá	23
	Cohen <i>et al.</i> (2011)	Brasil	14
	Anderson <i>et al.</i> (2013)	Reino Unido	13
	Fang <i>et al.</i> (2017)	China	8
	Hochman <i>et al.</i> (2014)	Canadá	7
	Kwon; Shin e Chung (2006)	Coreia do Sul	3
	Zilverschoon, Vincken e Bleys (2007)	Holanda	2
	Mitrousias <i>et al.</i> (2018)	Grécia	0

Ciências da Computação	Brenton <i>et al.</i> (2007)	Reino Unido	159
Anatomia e Morfologia	Preim e Saalfeld, (2018)	Alemanha	3
	Venuti, Imielinska e Molholt, (2004)	Estados Unidos	45

Fonte: Elaborada pela autora.

No Quadro 3 é possível observar dos estudos selecionados as tecnologias utilizadas, a ocorrência de avaliação em sala de aula e qual tipo de avaliação foi adotada. Assim, em relação às tecnologias utilizadas, destaca-se o desenvolvimento de modelos tridimensionais (3D) em diferentes regiões do corpo humano como pode ser observado nos estudos de Petersson *et al.* (2009), Silén *et al.* (2008), Pommert *et al.* (2006), Temkin *et al.* (2006), Dev *et al.* (2002), Venail *et al.* (2010), Hassinger *et al.* (2010), Anderson *et al.* (2013), Zilverschoon, Vincken e Bleys (2007), Brenton *et al.* (2007), Venuti, Imielinska e Molholt (2004), Notaris *et al.* (2013). Em segundo, destaca-se a tecnologia de realidade virtual utilizando modelos anatômicos 3D.

No que tange a avaliação em sala de aula, os seguintes estudos identificaram que a avaliação da tecnologia foi utilizada em sala de aula: (Petersson *et al.* (2009); Silén *et al.* (2008); Dev *et al.* (2002); Richardson-Hatcher, Hazzard e Ramirez-Yanez (2014); Venail *et al.* (2010); Granger *et al.* (2006); Attardi e Rogers (2015); Hassinger *et al.* (2010); Mitrousias *et al.* (2018)). Além disso, dois estudos não avaliaram a ferramenta em sala de aula, como pode ser observado no estudo de Brenton *et al.* (2007) o qual descreve o ambiente ainda em desenvolvimento, e Doubleday, O'Loughlin e Doubleday (2011) citam que aplicaram uma avaliação sobre a disciplina de anatomia humana fora da sala de aula, com usuários iniciantes, novatos e experientes.

Para a avaliação em sala de aula, destacaram-se nos estudos de Petersson *et al.* (2009), Silén *et al.* (2008), Granger *et al.* (2006), Hassinger *et al.* (2010) e Mitrousias *et al.* (2018) avaliação por meio de questionários formado por questões objetivas e discursivas; Venail *et al.* (2010) por meio de um questionário de satisfação; O'Byrne Patry e Carnegie (2008) por meio de exercícios; Attardi e Rogers (2015) por meio de comparação de notas; e Tworek *et al.* (2013) estudo de caso. Os demais estudos não identificaram se ocorreu uma avaliação e qual tipo, devido aos estudos se concentrarem mais na descrição e apresentação de tecnologias disponíveis ou em desenvolvimento (BRENTON *et al.*, 2007).

Quadro 3 - Tecnologias e avaliações abordadas nos estudos

Autor	Tecnologia adotada	Avaliação em sala de aula	Tipo de avaliação
Petersson <i>et al.</i> (2009)	Realidade Virtual	Sim	Questionário
Satava e Jones (1998)	Realidade Virtual	Não identificado	Não identificado
Silén <i>et al.</i> (2008)	Modelos Tridimensionais (3D)	Sim	Questionário
O'Byrne, Patry e Carnegie (2008)	Adobe Flash MXTM	Sim	Exercícios
Lewis <i>et al.</i> (2014)	Visible Body, 3D4Medical e Pocket Anatomy	Não identificado	Não identificado
Pommert <i>et al.</i> (2006)	Modelos Tridimensionais (3D)	Não identificado	Não identificado
Temkin <i>et al.</i> (2006)	Web	Não identificado	Não identificado
Dev <i>et al.</i> (2002)	Computação Gráfica 3D e Dispositivos Hápticos	Sim	Não identificado
Richardson-Hatcher, Hazzard e Ramirez-Yanez (2014)	Second LifeTM	Sim	Feedback Qualitativo
Venail <i>et al.</i> (2010)	Modelos Tridimensionais (3D)	Sim	Questionário de Satisfação
Granger <i>et al.</i> (2006)	Web	Sim	Questionário
Attardi e Rogers (2015)	<i>3D Interactive Anatomy Netter</i>	Sim	Comparação de notas
Notaris <i>et al.</i> (2013)	Modelos Tridimensionais (3D)	Não identificado	Não identificado
Hassinger <i>et al.</i> (2010)	Modelos Tridimensionais (3D)	Sim	Questionário
Doubleday, O'Loughlin e Doubleday (2011)	Web e Adobe Flash	Não	Teste de Usabilidade
Tworek <i>et al.</i> (2013)	Software LINDSAY	Sim	Estudo de caso
Cohen <i>et al.</i> (2011)	Imagens Tridimensionais	Não identificado	Não identificado
Anderson <i>et al.</i> (2013)	Modelos Tridimensionais (3D)	Não identificado	Não identificado
Fang <i>et al.</i> (2017)	Web	Não identificado	Não identificado

Hochman et al. (2014)	Microsoft Kinect	Não identificado	Não identificado
Kwon, Shin e Chung (2006)	Imagens anatômicas dos dados do Visible Korean Human (VKH)	Sim	Não identificado
Zilverschoon, Vincken e Bleys (2007)	Modelos Tridimensionais (3D)	Não identificado	Não identificado
Mitrousias et al. (2018)	Software BioDigital Human	Sim	Questionário
Brenton et al. (2007)	Web3D	Não	Não identificado
Preim e Saalfeld (2018)	Web3D e Realidade Virtual	Não identificado	Não identificado
Venuti, Imielinska, Molholt (2004)	Modelos Tridimensionais (3D)	Não identificado	Não identificado

Fonte: Elaborado pela autora.

2.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo da Revisão Sistemática da Literatura foi analisar a evolução dos estudos relacionados a ambientes virtuais para o ensino de anatomia humana. Por meio de uma análise bibliométrica, os 26 estudos selecionados e avaliados sobre diferentes categorias possibilitaram verificar oportunidades no aprofundamento de pesquisas do presente estudo, bem como no desenvolvimento nesta área.

De acordo com os estudos, foi possível verificar o desenvolvimento de tecnologias tridimensionais, que segundo Venuti, Imielinska e Molholt (2004), têm o potencial de melhorar a compreensão das relações anatômicas, como pode ser evidenciado em seu estudo, no qual apresentaram o desenvolvimento de um modelo 3D da anatomia pélvica masculina, uma região que é conceitualmente difícil e relativamente inacessível para a dissecação do estudante, a partir de dados do *Visible Human Male* da Universidade da Columbia.

Por meio de modelos 3D é possível representar diferentes sistemas anatômicos de uma forma realística. Notaris *et al.* (2013) descrevem o sistema de treinamento de dissecação aplicado a uma variedade de abordagens endoscópicas endonasais, permitindo uma dissecação virtual utilizando modelos 3D com o objetivo de melhorar o conhecimento de abordagens cirúrgicas. Os resultados com os modelos criados, segundo os autores são considerados eficazes, fornecendo uma representação rica da anatomia cirúrgica, bem como um *feedback* visual em 3D, melhorando assim o estudo.

Fang *et al.* (2017) apresentaram um sistema anatômico virtual que inclui quase todas as estruturas anatômicas masculinas e femininas elaborado com base nas imagens anatômicas do conjunto de dados de um *Visible Human*. Para os autores o sistema virtual é uma maneira fácil e direta para os alunos aprenderem e entenderem a forma e a relação das estruturas anatômicas, o que também pode tornar a aprendizagem da anatomia mais interessante.

Outro ponto a ser destacado refere-se à importância da avaliação em sala de aula em ambientes virtuais de ensino para verificar os efeitos do uso da ferramenta no processo de aprendizagem dos alunos, no qual pode ser evidenciado em alguns dos estudos. Por meio de questionários, exercícios, teste de usabilidade e *feedback*, os estudos analisaram o impacto no processo de aprendizagem ao adicionar aos métodos tradicionais tecnologias tridimensionais.

Ao comparar por meio de um questionário de satisfação os resultados de alunos de graduação dos cursos de fonoaudiologia e residentes em otorrinolaringologia que participaram de uma palestra, seguida de um tutorial baseado em anatomia 3D, Venail *et al.* (2010) concluíram que o software anatômico 3D, usado em paralelo aos métodos tradicionais de ensino, como palestras e dissecação de cadáveres, apresenta-se como uma ferramenta que pode melhorar a aprendizagem do estudante sobre a anatomia, em particular do osso temporal (objeto anatômico do estudo).

O estudo de Silén *et al.* (2008) avaliou por meio de questionários as opiniões dos estudantes de medicina e fisioterapia sobre os diferentes formatos de visualizações 3D e suas experiências de aprendizagem. Segundo os estudantes as dissecações virtuais apresentaram uma imagem mais clara do que as dissecações comuns e a possibilidade de transformar as estruturas ao redor do objeto de estudo foi instrutiva. Para os autores, as visualizações 3D baseadas em material autêntico e viável apontam para uma nova dimensão do material didático em anatomia, fisiologia e provavelmente também fisiopatologia. Além disso, concluíram que implementar objetos 3D foi uma experiência bem-sucedida.

Ao comparar dois grupos de estudantes de graduação de medicina sem conhecimento prévio de anatomia, com e sem o uso do *software* BioDigital Human no ensino da anatomia musculoesquelética descritiva do membro superior, Mitrousiás *et al.* (2018) verificaram por meio dos resultados obtidos que o grupo de estudantes que utilizaram o *software* 3D apresentaram melhor desempenho nos exames, comparados ao grupo que não utilizou. Em conclusão, os autores afirmam que o *software* 3D é uma modalidade de ensino altamente apreciada pelos alunos e, em

comparação com os preceitos de cadáveres, de fácil acesso e sem necessidade de instalações de apoio, podendo ser considerado como uma ferramenta educacional útil para ensinar a anatomia musculoesquelética do membro superior humano.

Richardson-Hatcher, Hazzard e Ramirez-Yanez (2011), descreveu o desenvolvimento e implementação de uma apresentação em 3D dos nervos cranianos no mundo virtual do *Second Life*, para 148 estudantes de odontologia, médicos assistentes e fisioterapeutas na Universidade de Kentucky. Por meio da utilização desses modelos, os estudantes puderam por meio de um *feedback* qualitativo, incluir quais foram os pontos fortes e sugestões de melhorias. Além disso, os estudantes indicam que é uma ferramenta útil para entender as complexas vias dos nervos cranianos e para os autores o uso desta ferramenta proporciona benefícios para os alunos, podendo ser mais explorada e usada para o ensino de anatomia.

Assim, os estudos observados possibilitaram uma visão ampla de como estão sendo estudadas aplicações direcionadas no tema em questão e que se preocupam em abordar uma anatomia mais interativa, visando complementar o processo de aprendizagem, a atenção do estudante e conseqüentemente seu desempenho. Além disso, a exploração de ferramentas existentes, bem como o desenvolvimento e aplicação das mesmas, que venham agregar e facilitar o processo de entendimento das mais variadas estruturas do corpo humano.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção apresenta-se o referencial teórico, desenvolvido para realização deste estudo.

3.1 JOGOS SÉRIOS

Jogos sérios (do inglês, *serious games*) são jogos de computador projetados não somente para o entretenimento, mas sim para atender um objetivo em específico, como por exemplo treinamento, investigação ou conhecimento (BLACKMAN, 2005). Os jogos sérios têm se destacado e ganhado espaço em várias áreas do conhecimento, a exemplos de jogos sérios usados na área militar, política, educacional, corporativo, saúde, gestão etc. (FOVET *et al.*, 2016).

O conceito de jogos sérios está diretamente ligado ao seu propósito, o aprendizado. Esses jogos buscam o treinamento, simulação ou educação, tendo objetivo o aprendizado de um determinado conteúdo em questão (SUSI, JOHANNESSON e BACKLUND, 2007). Diferentes dos jogos cujo foco principal é o entretenimento, os jogos sérios podem ser utilizados para disseminar os conhecimentos, com foco no aprendizado (OLIVEIRA; HOUNSELL, 2016). Com objetivos e conteúdo específicos visam à obtenção de habilidades, formação e aprendizado (CAIN; PIASCIK, 2015).

Aplicações de jogos sérios direcionadas às ciências da saúde estão se tornando mais comuns. Por meio da utilização desses jogos, questões pedagógicas dentro de um ambiente que possibilite cenários realistas, permitem o engajamento para a descoberta e exploração do conhecimento, e consequentemente podem melhorar a eficiência da aprendizagem. (BARNES; ENCARNAÇÃO; SHAW, 2009).

Segundo Wattanasoontorn *et al.* (2013) a criação de jogos sérios envolve diversos processos, tecnologias e especialistas de diferentes áreas. Ao analisar por meio de uma revisão sistemática da literatura jogos sérios para a saúde, os autores apresentaram uma classificação de jogos sérios com base nos seguintes tópicos: objetivo principal do jogo, estágios da doença a ser tratada, tipo de usuários finais no jogo e funções necessárias no desenvolvimento de um jogo sério. Também são apresentados os cinco componentes para o desenvolvimento de um jogo sério, tais como: regra ou jogabilidade (definição das regras); desafio (níveis de dificuldade); interação (comunicação do dispositivo com o jogo); objetivo explícito (natureza do jogo); e, objetivo implícito (competências e habilidades). Para os autores a utilização de jogos sérios

pode fornecer um aumento no interesse em treinamento, educação e avaliação do desempenho do usuário.

3.1.1 Jogos Sérios para Ciências da Saúde

A literatura apresenta o desenvolvimento e utilização de jogos sérios direcionados para saúde. No estudo de Sturm *et al.* (2017) apresenta-se um jogo sério intitulado “*Free Will*”, desenvolvido no Unity®, no qual tem como objetivo fazer com que o jogador monte o cérebro humano, para que assim possa aprender sobre as regiões do cérebro e sua função. Estudantes de graduação e pós-graduação em psicologia utilizaram o jogo, que obteve um bom *feedback* por parte dos alunos. De acordo com os autores, ambientes de jogos 3D, devem fornecer uma maneira eficaz para os alunos como forma de melhor compreender e reter lições de neuroanatomia funcional (objeto de estudo do presente jogo) e fornecer uma nova ferramenta para estudantes que lutam com uma abordagem de memorização mecânica.

O objetivo principal de Johnsen *et al.* (2016) foi apresentar o projeto de avaliação, desenvolvimento e usabilidade de um jogo sério baseado em vídeo para ensinar raciocínio clínico e tomada de decisão para estudantes de enfermagem que cuidam de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) em domicílio. O jogo sério apresentado foi considerado útil, utilizável e satisfatório, além de realista. Para os autores os jogos sérios são um tipo de tecnologia de simulação que pode proporcionar aos estudantes de enfermagem a oportunidade de praticar seu raciocínio clínico e suas habilidades de tomada de decisões em um ambiente seguro e autêntico.

Lagro *et al.* (2014) desenvolveram um jogo sério intitulado “*GeriatricX*” para treinar a tomada de decisão médica levando em consideração preferências do paciente, e adequação e custos do atendimento médico. Estudantes de medicina do quinto ano participaram da avaliação do jogo. Segundo os autores depois de jogar *GeriatricX* estudantes de medicina obtiveram uma maior autopercepção e competência em levar em conta as preferências do paciente, adequação e custos dos cuidados médicos em tomada de decisão médica geriátrica, conforme os resultados obtidos. Assim, eles concluem que se faz necessário incentivar o uso mais amplo de *GeriatricX* para ensinar geriatria nos currículos médicos.

Dankbaar *et al.* (2017) objetivaram por meio de um estudo experimental, comparar as habilidades cognitivas e a motivação de residentes médicos que usaram apenas um manual do curso como

preparação para treinamento em sala de aula em atendimento de emergência com residentes que usaram um jogo sério adicional. Para isso, um grupo recebeu apenas um manual do curso antes do treinamento em sala de aula, enquanto outro grupo recebeu o mesmo manual mais o jogo sério. As habilidades de emergência e a motivação foram avaliadas e o grupo que utilizou manual conjuntamente com o jogo sério apresentou motivação e maiores pontuações em competências clínicas. Por fim, esses residentes mostraram melhores competências clínicas, em comparação com os residentes que estudaram apenas o material do curso.

Com o objetivo de avaliar a eficácia educacional de um jogo sério, o trabalho de Diehl *et al.* (2015) apresenta os resultados de um estudo feito no *InsuOnline*. O jogo tem como objetivo fazer com que os usuários avaliem pacientes com diabetes e possam escolher a melhor opção terapêutica para melhorar seu controle glicêmico. Estudantes e residentes de medicina participaram do estudo, os quais foram divididos em dois grupos: Grupo de ensino tradicional e o grupo de jogo. Por meio de um questionário, foi possível obter a comparação entre os grupos, sendo que o grupo que utilizou o jogo obteve uma pontuação maior, além de ser considerado uma atividade mais divertida. De acordo com os autores, com base nos resultados obtidos, o jogo *InsuOnline* pode ser uma ferramenta eficaz tanto quanto a instrução tradicional para melhorar o conhecimento e habilidades, sendo uma boa opção para educação médica em terapia de insulina.

3.2 ANATOMIA HUMANA VIRTUAL

A anatomia humana é um dos pilares para o ensino em cursos de ciências da saúde. É na anatomia humana que os estudantes têm a oportunidade de manipular as estruturas anatômicas em diferentes ângulos (AZER; AZER, 2016). Responsável por estudar a forma, estrutura e órgãos do corpo humano, bem como suas relações estruturais e funcionais, a anatomia humana é considerada a base nos estudos de ciências da saúde (KURT; YURDAKUL; ATAÇ, 2013).

O ensino tradicional da anatomia humana é um campo em constante transformação e visa o estudo teórico-prático dos sistemas anatômicos, por meio de desenhos, livros, peças anatômicas e cadáveres. Tais fatores precursores desta mudança, deve-se à falta ou disponibilidade limitada de cadáveres, restrições de tempo, e o avanço de novas tecnologias, a exemplo da *Web3D*, por intermédio da qual, tem sido oferecidas grandes contribuições na área das ciências da saúde (BRENTON *et al.*, 2007).

A tecnologia *Web3D* refere-se a qualquer tipo de tecnologia gráfica tridimensional (3D), sendo possível encontrar uma variedade de aplicações que são caracterizados como ambientes virtuais para a *Web* (LEMOS *et al.*, 2019), possibilitando uma nova forma de ensinar a anatomia humana. Além disso, tais aplicações permitem passar representações físicas para representações virtuais do corpo humano, por meio de visualizações 3D, o qual pode ser evidenciado na literatura (SILÉN *et al.*, 2008).

Com a recente evolução nos currículos de anatomia em direção a indicações mais computadorizadas (SUGAND; ABRAHAMS; KHURANA, 2010), é possível verificar a influência de visualizações dinâmicas e habilidades espaciais para o ensino e aprendizagem. Nesse cenário, é possível encontrar diferentes tecnologias (e.g., vídeos, blogs, ambientes virtuais e jogos) que exploram a anatomia humana, a exemplo dos ambientes virtuais *Biodigital Human*© (2018), *Visible Body*© (2018), *Complete Anatomy* © (2018), entre outros. Atualmente, as visualizações e interações no espaço tridimensional em ambientes virtuais de ensino de propósito geral para anatomia humana são explorados como um atlas 3D, além disso, na maioria das vezes não incluem informações detalhadas e fundamentais associadas à estrutura e função da representação tridimensional.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa visa descobrir novos conhecimentos em várias áreas do conhecimento por meio de um conjunto de procedimentos ou ações (RAMPAZZO, 2013). Neste contexto, a proposta da presente pesquisa foi identificar a influência do jogo sério proposto para estudantes da área de ciências da saúde no ensino da anatomia do sistema cardiovascular. Assim, para uma melhor compreensão das etapas para a elaboração da presente pesquisa, a seguir, são descritas, respectivamente, a classificação da pesquisa, a coleta dos dados e a análise dos dados.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa objetiva proporcionar respostas a problemas apresentados (GIL, 2010). Assim, em relação a sua natureza, esta pesquisa é considerada aplicada e tecnológica, que de acordo Pereira (2012, p. 87) tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos.

No que concerne a abordagem do problema, esta pesquisa se caracteriza como qualitativa, ou seja, considera uma relação dinâmica entre o sujeito e o mundo real que não pode ser traduzido em números (FREITAS, 2013).

Quanto aos objetivos, esta pode ser classificada como uma pesquisa exploratória, que de acordo com Cervo (2007, p. 63) é normalmente o passo inicial no processo de pesquisa pela experiência e um auxílio que traz a formulação de hipóteses significativas para posteriores pesquisas.

Em relação aos procedimentos técnicos aplicados para elaboração da pesquisa, estes foram a realização de pesquisa bibliográfica, a qual possibilita um contato sobre tudo o que já se produziu sobre o seu tema de pesquisa (PÁDUA, 2012).

Para uma melhor visualização da classificação dos procedimentos metodológicos, o quadro a seguir apresenta de forma resumida os aspectos e sua respectiva classificação.

Quadro 4 - Aspectos e classificação da pesquisa

Aspectos	Classificação
Natureza	Pesquisa Aplicada
Abordagem do problema	Pesquisa Qualitativa
Objetivos	Pesquisa Exploratória

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 COLETA DOS DADOS

Marconi e Lakatos (2010), afirmam que o levantamento dos dados pode ser realizado por três meios: a pesquisa bibliográfica, a pesquisa documental e o contato direto. Portanto, deu-se início ao processo de coleta de dados da presente pesquisa, que de acordo com Pádua (2012), é uma etapa decisiva da pesquisa científica, a qual tem como objetivo reunir os dados apropriados ao problema a ser investigado.

Para sustentar o objetivo proposto nesta pesquisa, realizou-se primeiramente uma pesquisa bibliográfica sobre ambientes virtuais ou jogos sérios em artigos científicos na língua inglesa e portuguesa. Posteriormente, com o intuito de analisar e investigar o estado da arte do presente tema, realizou-se uma revisão sistemática da literatura (RSL), que proporciona uma análise crítica a fim de selecionar os estudos ao longo dos anos sobre ambientes virtuais para o ensino de anatomia. Para isso, as bases de dados *Scopus*®, *Web of Science*® e *IEEEExplore*® foram utilizadas, bem como a ferramenta *Start*® (LAPES, 2017), para a análise e seleção dos artigos.

Para o desenvolvimento do jogo sério proposto para o ensino do sistema cardiovascular foi adotada a metodologia de Aprendizagem Baseada em Jogo Digital (em inglês, *Digital Game-based Learning - DGBL*), que, de acordo com a literatura, ajuda a superar problemas de aprendizagem. O modelo DGBL (ZIN et al., 2009) subdivide o projeto do jogo em duas partes principais. A primeira parte corresponde à apresentação do conteúdo do estudo. E, a segunda parte corresponde à apresentação de técnicas de aprendizagem para assimilar o conteúdo. No contexto do sistema cardiovascular, a primeira fase do jogo corresponde à apresentação do conteúdo, e a segunda fase do jogo é a assimilação do conteúdo fazendo uso de técnicas de aprendizagem de jogos.

Tecnologias *Web* como HTML5, CSS e *Javascript* foram utilizadas para o desenvolvimento do jogo sério. O *framework* BabylonJS (*framework* para construção de jogos 3D utilizando *WebGL*, *WebVR* e *Web Audio*) foi utilizada para a interação com objetos 3D. E, os objetos 3D responsáveis pela representação dos componentes do sistema cardiovascular foram obtidos a partir do banco de dados *BodyParts3D* © (MITSUHASHI et al., 2009).

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados, inicia-se depois da coleta dos dados, e procura verificar a comprovação ou não das hipóteses da pesquisa (CERVO, 2007). Para a análise de dados, utilizou-se uma análise descritiva com base nos resultados obtidos com a avaliação do sistema cardiovascular em sala de aula. Estudos de casos foram realizados com a disciplina de Anatomia II do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, no qual alunos e a professora da disciplina utilizaram o jogo e, posteriormente, avaliaram o jogo por meio de um questionário de satisfação.

O protocolo para o estudo de caso, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A e B), e o questionário de satisfação (Apêndice F) foram aprovados pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina e pela Plataforma Brasil (CAAE: 61265816.0.0000.0121) (PLATAFORMA BRASIL, 2018). Técnicas de avaliação de usabilidade encontradas na área de pesquisa de Interação Humano-Computador foram adotadas.

Neste contexto, o questionário de satisfação utilizado na avaliação de usabilidade foi elaborado e adaptado com base no questionário *SUMI* (SUMI, 2018), adotando os cinco fatores de usabilidade (satisfação; controle que o ambiente proporciona; aprendizagem; eficiência; e controle que o ambiente proporciona). Além disso, o questionário de satisfação apresenta três questões discursivas as quais permitem avaliar os efeitos de jogar o EducaAnatomia3D em estudantes da área de ciências da saúde e especialistas em anatomia humana dentro do contexto do sistema cardiovascular.

5 JOGO SÉRIO PARA O ENSINO DE ANATOMIA DO SISTEMA CARDIOVASCULAR

A partir da revisão sistemática da literatura, para o projeto do jogo sério buscou-se, juntamente com especialistas em Anatomia Humana, identificar os recursos digitais fundamentais que devem estar presentes no jogo. Dentro deste contexto, procurou-se desenvolver o sistema cardiovascular, com o objetivo de auxiliar estudantes da área da saúde no processo de aprendizagem e no entendimento do espaço 3D associados à estrutura e função do sistema em questão.

O projeto e desenvolvimento do sistema cardiovascular faz parte de um dos sistemas anatômicos presentes no EducaAnatomia3D (2018), o qual é um ambiente virtual para o ensino de Anatomia Humana, atualmente disponível na *Web* e na língua portuguesa. O EducaAnatomia3D permite alunos de ciências da saúde estudar partes específicas dos sistemas esquelético, cardiovascular, muscular e nervoso.

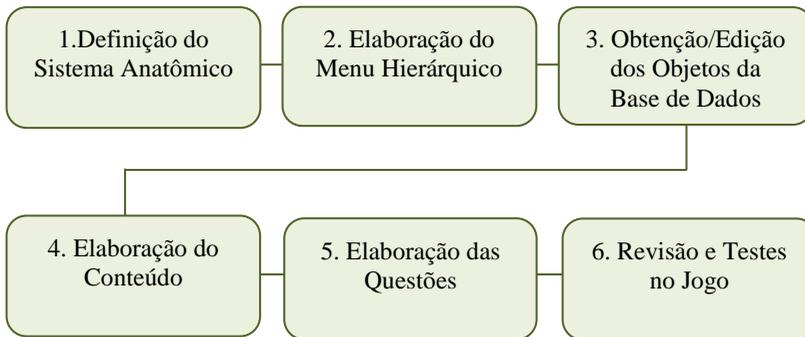
5.1 ESTRATÉGIA PARA ELABORAÇÃO DO CONTEÚDO PARA O ENSINO VIRTUAL DE ANATOMIA

O sucesso de uma aplicação interdisciplinar depende do envolvimento de equipes compostas por profissionais de diversas áreas. Deste modo, é de extrema importância a participação de profissionais de profissionais da área da saúde em todas as fases de desenvolvimento do jogo (MACHADO *et al.*, 2011).

Neste contexto, todo o projeto pedagógico do sistema cardiovascular foi desenvolvido em parceria com pesquisadores em Tecnologias da Informação e Comunicação os quais projetam e desenvolvem o jogo sério utilizando tecnologias *Web3D* e, especialistas em Anatomia Humana dos cursos de Fisioterapia, Medicina e Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com mais de 10 anos de experiência na área, que auxiliam na identificação de conceitos importantes no contexto do estudo para auxiliar na compreensão da estrutura e função dos sistemas anatômicos e no entendimento de seus relacionamentos no espaço 3D.

Para que os objetivos do projeto fossem alcançados, reuniões periódicas entre a equipe técnica e especialistas foram realizadas ao longo do projeto e desenvolvimento do sistema cardiovascular. A elaboração do conteúdo anatômico do projeto do sistema cardiovascular envolveu 6 etapas, conforme pode ser observado no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Etapas para a elaboração do conteúdo anatômico



Fonte: Elaborada pela autora.

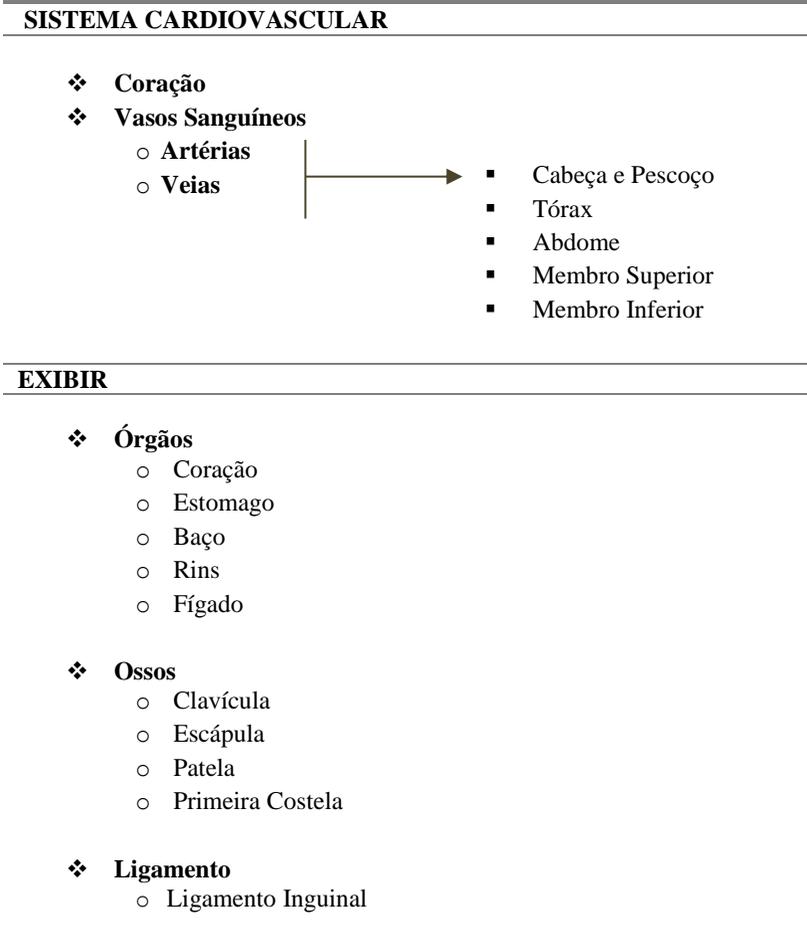
A escolha do conteúdo a ser abordado na aplicação *Web3D* envolveu primeiramente a definição do sistema anatômico. O sistema cardiovascular foi definido como objeto de estudo a ser trabalhado no jogo sério, em conjunto com as especialistas em Anatomia Humana, os quais informaram a necessidade de ter uma ferramenta adicional para trabalhar com esse conteúdo, visto que a instituição de ensino do presente estudo (UFSC – Campus Araranguá) não continha cadáveres em seu laboratório durante o processo de elaboração e avaliação da pesquisa, e pelo fato de que o sistema cardiovascular apresenta diversas estruturas pequenas, frágeis e de difícil manipulação.

O ensino do sistema cardiovascular é dividido em aulas teóricas, no qual o professor apresenta os principais conceitos, e prático, no qual o aluno tem a oportunidade de observar e manusear as peças anatômicas no Laboratório de Anatomia. Particularmente, abrange uma ampla quantidade de informações, além de outras estruturas. Portanto, o projeto do sistema cardiovascular no jogo sério, envolveu o estudo das principais artérias e veias do corpo humano. Segundo Moore (2014), sob efeito de uma pressão moderadamente alta, de forma comparativa às veias correspondentes, as artérias são vasos que transportam sangue rico em oxigênio, distribuindo-o pelo corpo.

Após a definição do sistema anatômico e suas estruturas, deu início à segunda etapa, elaboração do menu hierárquico. Para ambos os vasos sanguíneos (artérias e veias) foram utilizadas as mesmas etapas de elaboração do conteúdo (etapa 2 até etapa 6). A estrutura do menu hierárquico no jogo, apresenta as regiões, bem como as subdivisões do sistema cardiovascular. Deste modo, o sistema cardiovascular se divide

em coração e vasos sanguíneos, e este divide-se em artérias e veias, nos quais tanto artérias como veias se subdividem pelas seguintes regiões: cabeça e pescoço, tórax, abdome, membro superior e membro inferior, conforme apresentado na Figura 2. Além disso, julgou-se necessário adicionar no menu uma opção (e.g., exibir) com o objetivo de permitir ao aluno visualizar ou não determinados órgãos, ossos e ligamento.

Figura 2 - Menu hierárquico do sistema cardiovascular



Fonte: Elaborada pela autora.

Em relação aos vasos sanguíneos, num primeiro momento determinou-se quais vasos seriam apresentados, de acordo com suas

respectivas regiões. Assim, no Quadro 5 são apresentados os nomes dos vasos trabalhados em cada região, chegando a um total de 55 artérias e 49 veias.

Quadro 5 - Vasos sanguíneos

Artérias	Veias
<p>Cabeça e Pescoço <u>Artéria Carótida Comum</u> Artéria Carótida Interna Artéria Carótida Externa ○ Artéria Facial ○ Artéria Maxilar ○ Artéria Temporal Superficial</p> <p>Tórax <u>Tronco pulmonar</u> ○ Artéria pulmonar D ○ Artéria pulmonar E <u>Parte ascendente da aorta</u> ○ Artéria Coronária D • Ramo interventricular posterior ○ Artéria Coronária E • Ramo interventricular anterior • Ramo circunflexo <u>Arco da aorta</u> ○ Tronco braquiocéfálico • Artéria subclávia D • Artéria carótida comum D ○ Artéria Carótida Comum E ○ Artéria Subclávia E <u>Parte torácica da aorta</u> ○ Artérias Intercostais Posteriores ○ Artérias Esofágicas ○ Artérias Brônquicas</p> <p>Abdome <u>Parte abdominal da aorta</u> ○ Artérias Subcostais ○ Artérias Frênicas Inferiores ○ Tronco Celíaco</p>	<p>Cabeça e Pescoço Veia temporal superficial Veia maxilar Veia retromandibular Veia auricular posterior Veia jugular externa Veia facial Veia jugular interna</p> <p>Tórax Veias pulmonares Veia cava superior Veia braquiocéfálica Veia jugular interna Veia subclávia Veia ázigo Veias intercostais Veia subcostal</p> <p>Abdome Veia cava inferior Veias hepáticas Veia gástrica esquerda Veia gástrica direita Veia porta Veia esplênica Veia mesentérica superior Veia mesentérica inferior Veia renal Veia gonadal Veia sacral mediana Veia ilíaca comum Veia ilíaca interna Veia ilíaca externa</p> <p>Membro superior <u>Veias superficiais</u> ○ Veia cefálica ○ Veia basílica</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Artéria Hepática Comum • Artéria Gástrica E • Artéria Esplênica ○ Artéria Mesentérica Superior ○ Artérias Lombares ○ Artéria Renal ○ Artéria Gonadal ○ Artéria Mesentérica Inferior ○ Artéria Ilíaca Comum <ul style="list-style-type: none"> • Artéria Ilíaca Interna • Artéria Ilíaca Externa <p>Membro Superior</p> <p>Artéria Axilar</p> <p>Artéria Braquial</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Artéria Radial <ul style="list-style-type: none"> • Arco Palmar Profundo ○ Artéria Ulnar <ul style="list-style-type: none"> • Arco Palmar Superficial <p>Membro Inferior</p> <p>Artéria Femoral</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Artéria Femoral Profunda <p>Artéria Poplítea</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Artéria Tibial Anterior <ul style="list-style-type: none"> • Artéria Dorsal do Pé ○ Artéria Tibial Posterior <ul style="list-style-type: none"> • Artéria Fibular • Artéria Plantar Medial • Artéria Plantar Lateral 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Veia intermédia do cotovelo ○ Veia intermédia do antebraço <p><u>Veias profundas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Veia axilar ○ Veia braquial ○ Veia ulnar ○ Veia radial <p>Membro inferior</p> <p><u>Veias superficiais</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Veia safena magna ○ Veia safena parva <p><u>Veias profundas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Veia femoral ○ Veia femoral profunda ○ Veia poplítea ○ Veia tibial anterior ○ Veia tibial posterior ○ Veia fibular
---	---

Fonte: Elaborado pela autora.

Na terceira etapa, a equipe técnica com base nos nomes de cada artéria e veia do menu hierárquico, foi em busca dos objetos anatômicos na base de dados *BodyParts3D*© (MITSUHASHI *et al.*, 2009). Após a busca dos objetos, os mesmos foram importados no *software* de modelagem geométrica *Blender*© (BLENDER, 2017), para a visualização e edições dos mesmos. Nesta etapa, as especialistas colaboraram identificando se os objetos encontrados correspondem realmente aos objetos descritos no menu hierárquico.

Com todos os objetos identificados e editados, iniciou-se a quarta etapa, responsável pelo processo de preparação do conteúdo pedagógico do sistema cardiovascular, ou seja, textos sobre cada artéria e veia foram

elaborados, com base em livros referenciados no plano de ensino da disciplina de Anatomia Humana (MOORE, 2014).

Após o término de todo o conteúdo anatômico, a quinta etapa iniciou, no qual os especialistas iniciaram as elaborações das questões baseadas em todo o conteúdo elaborado. Juntamente nesta etapa, a equipe decidiu trabalhar com a elaboração de diferentes tipos de perguntas, incluindo questões objetivas, no qual o usuário seleciona uma resposta correta entre cinco alternativas, e questões discursivas, em que o estudante digita uma possível resposta. As questões discursivas se dividiram em cinco tipos: Definição do vaso sanguíneo; Identificação do vaso sanguíneo destacado; Local de origem e término do vaso sanguíneo; Reconhecimento dos ramos de um vaso sanguíneo; e Local de irrigação dos vasos sanguíneos.

A última etapa envolveu a revisão do conteúdo anatômico e testes de uma primeira versão do sistema cardiovascular, ou seja, todo o processo estratégico para a elaboração do conteúdo anatômico, foi inserido no ambiente a cada etapa. Assim, a etapa final exigiu da equipe revisões e teste de todo o ambiente. Nesta etapa, os especialistas analisam cada objeto anatômico, os textos inseridos em cada vaso, além de testes das questões correspondentes a fase de fixação de conteúdo do jogo.

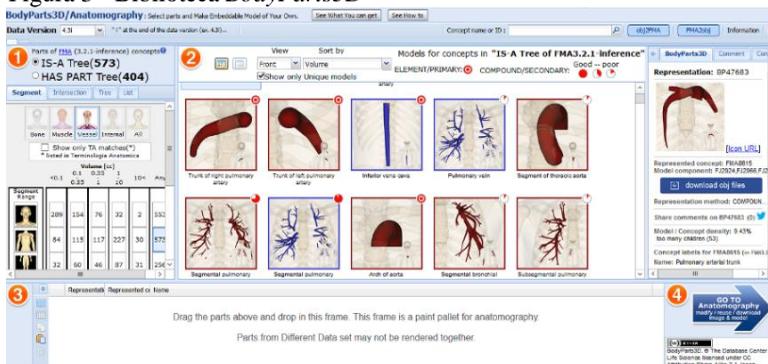
5.2 TECNOLOGIAS EMPREGADAS

Para a implementação das funcionalidades presentes no jogo sério, adotou-se tecnologias empregadas em aplicações direcionadas para a *Web* do tipo *Open Source*. Linguagens de programação, tais como HTML, CSS e *JavaScript* foram utilizadas. Para interação com os objetos 3D, a tecnologia *Web3D*, por meio do *framework BabylonJS* (*framework* para a construção de jogos 3D usando *WebGL*, *WebVR* e *Web Audio*) foi utilizada. E, o banco de dados MySQL em conjunto com a linguagem PHP foram utilizados para realizar operações na base de dados.

Os objetos 3D responsáveis pela representação das estruturas anatômicas foram obtidos no banco de dados *BodyParts3D©* (MITSUHASHI *et al.*, 2009) (com permissão "*BodyParts3D©, The Database Center for Life Science* licenciado sob *CC Attribution-Share Alike 2.1 Japan*"). Para a visualização dos objetos geométricos, foi necessário obter representações exatas das estruturas das artérias e veias, bem como alguns órgãos e ossos. Portanto, foram utilizados objetos geométricos da biblioteca *BodyParts3D©*. A biblioteca (Figura 3), apresenta um banco de dados representados por objetos 3D em que

representa estruturas anatômicas de todo o corpo humano, em particular de um homem adulto.

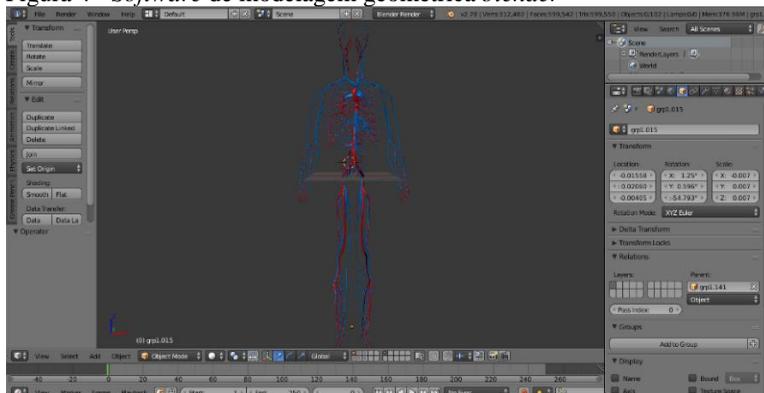
Figura 3 - Biblioteca *BodyParts3D*



Fonte: *Bodyparts3d*© (2018).

Após a obtenção dos modelos geométricos por meio da biblioteca *BodyParts3D*©, foi necessária a edição, correção, e redução dos polígonos de alguns desses objetos. Para isso, foi utilizado o *software* de modelagem geométrica *Blender*©, *software* de criação de objetos 3D gratuito e de código aberto. O *software Blender*© suporta a totalidade do pipeline 3D, manipulação, animação, simulação, renderização, composição e rastreamento de movimento, até edição de vídeo e criação de jogos (BLENDER, 2017). A Figura 4 apresenta os objetos dos vasos sanguíneos no *software Blender*©.

Figura 4 - *Software* de modelagem geométrica *blender*



Fonte: *Software Blender*© (2017).

5.3 O JOGO SÉRIO EducaAnatomia3D

A disciplina de Anatomia Humana foi escolhida como conteúdo a ser abordado no jogo. Dentro do contexto de jogos, o EducaAnatomia3D se classifica como jogos baseados em simulações (em inglês, *Games Based on Simulation*), uma vez que simula a visualização de sistemas anatômicos do corpo humano de forma fácil e rápida em um ambiente virtual, permitindo fazer o que não é possível na vida real (KHENISSI *et al.*, 2016).

O EducaAnatomia3D é um jogo sério para o ensino e estudo da Anatomia Humana, no qual estudantes da ciência da saúde podem estudar partes específicas dos sistemas esquelético (BATISTA *et al.*, 2017), cardiovascular, muscular (PEREIRA, 2019) e nervoso. Além disso, possui funcionalidades para gerenciar informações do registro de cada usuário, criação e eliminação de salas virtuais e *ranking* dos usuários no jogo.

Ao acessar o jogo sério, o usuário precisa primeiramente se cadastrar no EducaAnatomia3D. Para isso, o usuário pode se inscrever no jogo sério através de uma conta pré-existente do *Facebook* ou *Google*. Além disso, o usuário pode se cadastrar com uma nova conta fornecendo um e-mail e senha. Após o cadastro da conta, são necessárias informações adicionais, tais como: Instituição de ensino, Curso, Faixa etária (idades entre 0-14, 15-24, 25-34, 35-44, 45-54 e 55 - anos), Sexo, Cidade e País, conforme Figura 5.

Figura 5 - Cadastro de usuários

The image displays two screenshots of the EducaAnatomia3D user registration interface. The top screenshot shows the login/sign-up options with Facebook and Google buttons. The bottom screenshot shows the detailed registration form with fields for name, email, password, institution, course, age group, sex, city, and country.

Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Feito isso, os usuários serão direcionados para a página inicial do jogo sério, no qual poderão navegar por meio das seguintes opções disponíveis no menu: início, minha conta, salas, *ranking* geral e sair (Figura 6).

Figura 6 - Página inicial do EducaAnatomia3D

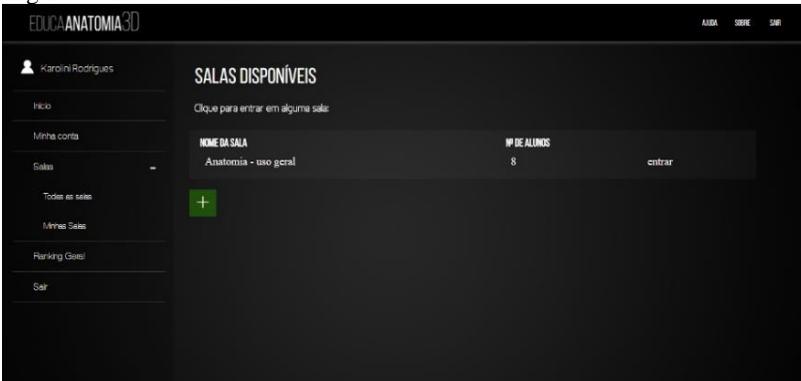


Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Ao acessar a opção “minha conta”, é apresentado ao usuário informações a respeito da sua conta (Nome; Instituição; Curso; Cidade; Membro desde: data/hora; e os pontos adquiridos no jogo). Na opção salas, alunos e professores podem criar salas virtuais, no formato de acesso público ou privado, além de permitir ao usuário adicionar membros na sala. Assim que os usuários entrarem em uma sala de aula virtual, e começarem a jogar, a pontuação no jogo será computada na sala de aula virtual específica.

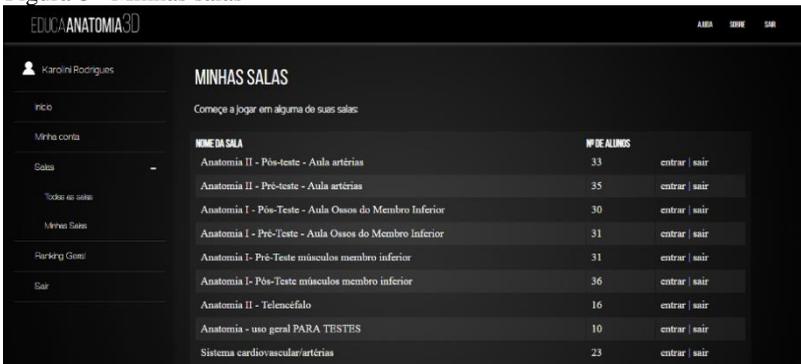
A opção salas, apresenta duas situações: "Todas as salas de aula" ou "Minhas salas de aula". Ao entrar na opção "Todas as salas de aula", o usuário terá acesso a uma lista de salas de aula virtuais disponíveis, além da possibilidade de criar uma nova sala, e na opção "Minhas salas de aula", é apresentada uma lista de salas virtuais que o usuário está participando atualmente, conforme é apresentado nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 - Todas as salas



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Figura 8 - Minhas salas



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Para verificar o *ranking* no jogo sério, o usuário poderá verificar o *ranking* da sala de aula que está participando na opção *ranking* da sala, ou verificar sua classificação geral na página inicial do EducaAnatomia3D, conforme Figura 9. Após definir a participação em uma sala de aula, o usuário pode escolher qual do sistema anômico deseja estudar, para dar início às fases do jogo.

Figura 9 - Ranking da sala e ranking geral

RANKING DA SALA ANATOMIA II - PÓS-TESTE - AULA ARTÉRIAS

POSICÃO	NOME	QUESTÕES RESPONDIDAS	PONTOS OBTIDOS	INSTITUIÇÃO	CURSO
1	Pablo Marcelo	85	79	ufsc araranguá	Fisioterapia
2	Eduarda Siqueira	86	70	UFSC	Fisioterapia
3	Milena Zanetti	83	62	ufsc campus araranguá	Fisioterapia
4	Ritchie Carlos	83	60	Universidade Federal de Santa Catarina	Fisioterapia
5	Laís Eduarda	82	59	UFSC	Fisioterapia
6	Amanda Loka	70	56	Universidade Federal de Santa Catarina	Fisioterapia
7	Anaffir Bruno	62	49	Universidade Federal de Santa Catarina	Fisioterapia
8	Eduardo Fonseca Da	71	49	UFSC	Fisioterapia

RANKING GERAL

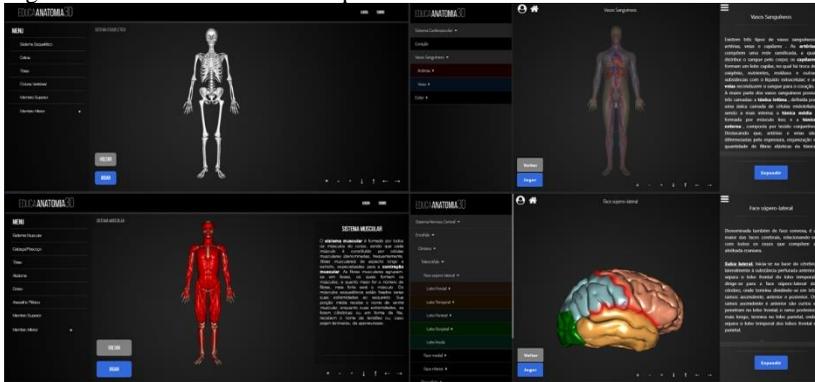
POSICÃO	NOME	PONTOS	QUESTÕES RESPONDIDAS	APROFUNDAMENTO INSTITUIÇÃO	CURSO	
1º	Ester	42	52	80,77%	UFSC	FISIOTERAPIA
2º	Luiza	163	204	79,9%	ufsc	Fisioterapia
3º	Isabe	314	402	78,11%	universidade de santa catarina	Fisioterapia
4º	Bianiz	237	306	77,45%	UFSC	Fisioterapia
5º	Julia	36	47	76,6%	Ufsc	fisioterapia
6º	Rodrigo	52	70	74,29%	UFSC	Fisioterapia
7º	Henna	298	404	73,76%	UFSC	Fisioterapia
8º	Bianca	44	61	72,13%	ufsc	Fisioterapia
9º	Luiza	160	222	72,07%	UFSC	Fisioterapia
10º	Paula	24	34	70,59%	ufsc	fisioterapia
11º	Luiza	60	85	70,59%	UFSC	FISIOTERAPIA
12º	Isadora	148	212	69,81%	UFSC	Fisioterapia

Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Buscando proporcionar aos usuários um processo de interação similar e sem emendas (em inglês, *seamless*), os quatro sistemas anatômicos presentes no jogo, seguem um mesmo padrão de interface. Assim sendo, o jogo sério é subdividido em duas fases: a primeira fase corresponde à apresentação do conteúdo, e a segunda fase, corresponde à fixação do conteúdo, no qual os usuários poderão testar seus conhecimentos a partir de um banco de questões referentes ao sistema em questão.

Ao escolher estudar o sistema esquelético, o usuário poderá estudar a estrutura dos ossos dos membros inferiores. No sistema cardiovascular, é possível estudar a estrutura das principais artérias e veias. No sistema muscular, é possível estudar a estrutura dos músculos esqueléticos do membro inferior. E, no sistema nervoso, é possível estudar a estrutura do telencéfalo, conforme Figura 10.

Figura 10 - Sistemas anatômicos presentes no EducaAnatomia3D



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

5.3.1 Sistema Cardiovascular

O projeto e desenvolvimento do sistema cardiovascular foi realizado dentro do contexto da presente questão de pesquisa. As funcionalidades apresentadas anteriormente relacionadas ao gerenciamento das informações, bem como aos outros sistemas presentes no EducaAnatomia3D, foram desenvolvidas por outros membros do grupo da pesquisa do Laboratório de Anatomia Humana e Aprendizagem Interativa (LabAnatomiaInterativa).

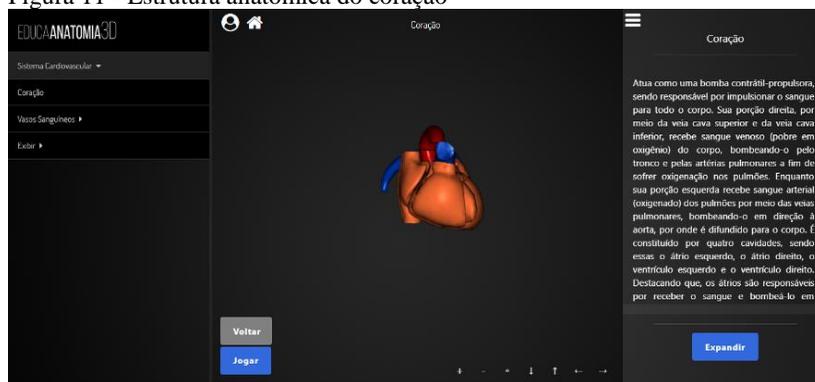
Focando no ensino do sistema cardiovascular, objeto de estudo da presente pesquisa, este apresenta conceitos e estruturas fundamentais sobre o corpo humano, e é apresentado aos alunos de ciências da saúde na disciplina de Anatomia Humana. O sistema cardiovascular é responsável por transportar sangue para todo o corpo, e é formado pelo coração e por vasos sanguíneos (artérias, veias e capilares) (DUARTE, 2009).

Dentro do contexto do projeto do sistema cardiovascular, o principal objetivo foi apresentar o conteúdo anatômico de tal forma que possibilitasse estudantes de ciências da saúde conhecer as estruturas anatômicas e a relação entre eles. Tal funcionalidade é apresentada na primeira fase do jogo, que corresponde à fase de apresentação do conteúdo. Nesta fase, o jogo permite a visualização 3D, seleção e acesso a informações da representação geométrica do sistema cardiovascular.

No sistema cardiovascular, o coração é o ponto de partida. Importante órgão que atua como uma bomba contrátil-propulsora, de onde sai da artéria aorta, dando origem a todas as outras artérias, sendo

responsável por impulsionar o sangue para todo o corpo (MOORE, 2014). Na Figura 11 é possível observar a representação geométrica 3D do coração no jogo, no qual se apresenta juntamente com as seguintes artérias: tronco pulmonar, pulmonar direita, pulmonar esquerda, arco da aorta e parte ascendente da aorta.

Figura 11 - Estrutura anatômica do coração

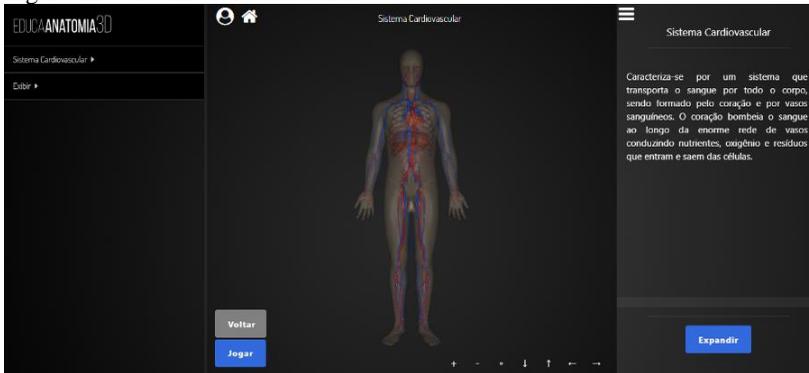


Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

A seleção de cada modelo 3D pode ser realizada por meio do menu hierárquico organizado a partir dos nomes dos modelos 3D de cada estrutura anatômica, ou pelo próprio dispositivo de apontamento (i.e., mouse). Ao selecionar um objeto 3D em questão será apresentado informações a respeito do mesmo (parte lateral direita da interface), contendo a opção de expandir, no qual possibilita abrir uma caixa de diálogo com essas informações. Além disso, a interface apresenta recursos para controle de mudança de orientação dos objetos 3D (parte inferior direita) presentes nas duas fases do jogo sério, e um botão (intitulado jogar) responsável pela navegação da segunda fase do jogo.

A primeira opção do menu hierárquico do sistema cardiovascular apresenta todo o corpo humano, contendo alguns órgãos e ossos, juntamente com os vasos sanguíneos (artérias e veias), conforme apresentado na Figura 12. Os vasos sanguíneos são subdivididos em artérias e veias, estruturas anatômicas pequenas e frágeis, que requerem uma dissecação perfeita para uma visualização satisfatória no laboratório de Anatomia. As artérias e veias são subdivididas em cinco regiões (cabeça e pescoço, tórax, abdome, membro superior e membro inferior), agrupadas assim, de acordo com seu local de origem e irrigação.

Figura 12 - Sistema cardiovascular



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

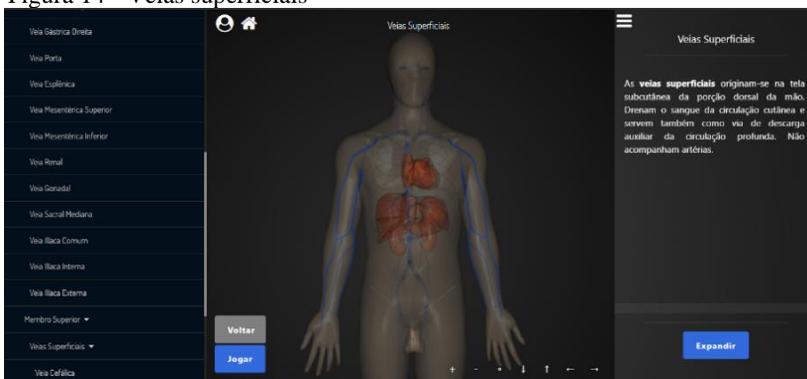
Ao selecionar uma artéria ou veia no corpo humano, o objeto 3D selecionado será destacado e os demais objetos 3D serão apresentados com uma cor de transparência. A partir da seleção do objeto, é apresentado na interface o conteúdo do curso de anatomia referente à artéria ou veia selecionada (Figuras 13 e 14). Desta forma, durante a fase de apresentação de conteúdo, o estudante pode manipular e visualizar no espaço 3D o corpo humano com os respectivos objetos anatômicos de interesse do sistema cardiovascular.

Figura 13 - Artéria carótida interna



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Figura 14 - Veias superficiais



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Na fase de fixação do conteúdo, segunda fase do jogo sério, os usuários têm a oportunidade de testarem seus conhecimentos e habilidades, por meio de um banco de questões relacionados ao conteúdo disponível na apresentação do conteúdo. Para a realização deste, é apresentado ao usuário uma interface na qual pode-se escolher quais dos vasos sanguíneos (artérias e veias) deseja-se responder questões, conforme Figura 15.

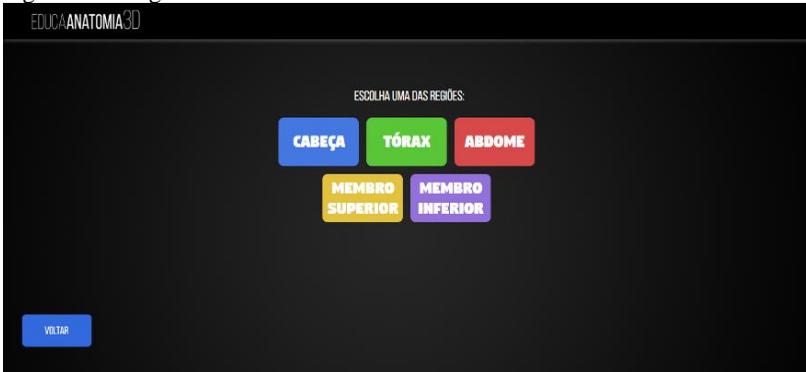
Figura 15 - Escolha dos vasos sanguíneos



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Após a escolha do vaso sanguíneo, o usuário necessitará escolher uma das cinco regiões das artérias ou veias do corpo humano (e.g., cabeça e pescoço, tórax, abdome, membro superior e membro inferior), conforme Figura 16.

Figura 16 - Regiões das artérias e veias



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Após escolher uma região de estudo é apresentada uma roleta digital para o sorteio dos números de questões a serem respondidas (Figura 17). A roleta digital apresenta as seguintes quantidades de questões: 3, 5, 8 e 10.

Figura 17 - Roleta digital

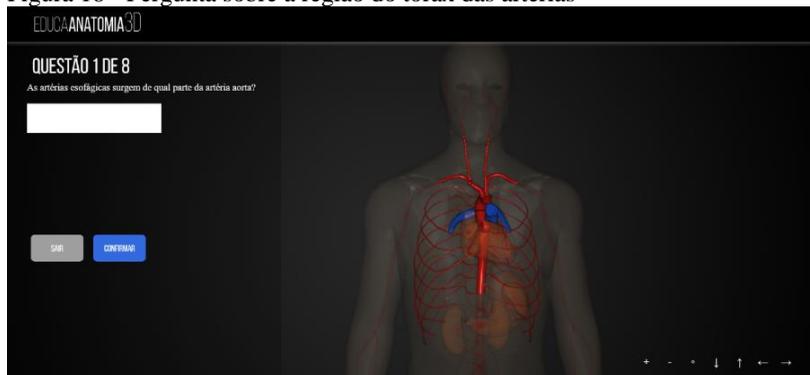


Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Atualmente existe um total de 194 questões relacionadas ao sistema cardiovascular, sendo 80 questões sobre artérias e 114 sobre veias, formadas por perguntas objetivas e discursivas (Figura 18). A cada pergunta respondida, o jogo exibirá uma mensagem de *feedback* para a resposta do usuário. Ao finalizar o questionário, são apresentados os resultados das respostas corretas e incorretas. Posteriormente, o *ranking*

da sala, caso o usuário esteja jogando dentro de uma sala virtual, ou o *ranking* geral.

Figura 18 - Pergunta sobre a região do tórax das artérias



Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

O *ranking* da sala e o *ranking* geral conforme é apresentado nas Figuras 19 e 20 exibem os pontos e aproveitamentos dos alunos obtidos na fase de fixação do conteúdo, além de informações como nome do aluno, instituição e curso. Especificamente o ranking da sala apresenta a posição dos alunos, questões respondidas e os pontos obtidos, e no *ranking* geral além disso, o percentual de aproveitamento.

Figura 19 - Ranking da sala - sistema cardiovascular/veias

The image shows a virtual anatomy application interface displaying a ranking table. The title is 'RANKING DA SALA SISTEMA CARDIOVASCULAR/VEIAS'. The table has four columns: 'POSICÃO', 'NOME', 'QUESTÕES RESPONDIDAS', and 'PONTOS INSTRUÇÃO'. The data is as follows:

POSICÃO	NOME	QUESTÕES RESPONDIDAS	PONTOS INSTRUÇÃO	CURSO	
1	Ester	75	52	Universidade Federal de Santa Catarina	Fisioterapia
2	Isiani oliveira	64	47	ufsc	fisioterapia
3	Luiza	53	40	UFSC	Fisioterapia
4	Marco	64	35	Universidade Federal de Santa Catarina	Fisioterapia
5	esrolina	60	33	Universidade Federal de Santa Catarina	Fisioterapia
6	Beatriz	39	31	UFSC	Fisioterapia
7	Gabriela	45	31	Universidade Federal de Santa Catarina	Fisioterapia

On the left side of the interface, there is a sidebar with the text 'SALA SISTEMA CARDIOVASCULAR/VEIA (PÚBLICA)', a user profile for 'Karolini Rodrigues', and navigation options like 'Jogar', 'Sala', 'Ranking da Sala', and 'Voltar à Página Inicial'. At the top right, there are 'AJUDA', 'SCORE', and 'SABER' buttons.

Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

Figura 20 - Ranking geral

POSICÃO	NOME	PONTOS	QUESTÕES RESPONDIDAS	APROVEITAMENTO	INSTITUIÇÃO	CURSO
1º	Ester	42	52	80.77%	UFSC	FISIOTERAPIA
2º	Luiza	163	204	79.9%	ufsc	fisioterapia
3º	fabio	314	402	78.11%	universidade de santa catarina	fisioterapia
4º	Beatriz	237	306	77.45%	UFSC	Fisioterapia
5º	Julia	36	47	76.6%	Ufsc	fisioterapia
6º	Rodrigo	52	70	74.29%	UFSC	Fisioterapia
7º	Bruna	298	404	73.76%	UFSC	Fisioterapia
8º	Bianca	44	61	72.13%	ufsc	Fisioterapia
9º	Luiza	160	222	72.07%	UFSC	Fisioterapia
10º	paola	24	34	70.59%	ufsc	fisioterapia
11º	Luiza	60	85	70.59%	UFSC	FISIOTERAPIA
12º	Isadora	148	212	69.81%	UFSC	Fisioterapia

Fonte: EducaAnatomia3D (2018).

O projeto e desenvolvimento do sistema cardiovascular em parceria com especialistas em Anatomia Humana possibilitou identificar e apresentar um conjunto de recursos digitais fundamentais para o estudo do sistema cardiovascular em um ambiente virtual de ensino. Particularmente, o ensino do sistema cardiovascular envolve o estudo de pequenas e frágeis estruturas anatômicas (artérias e veias), que exigem uma visualização satisfatória por parte dos estudantes.

Por meio dos recursos digitais presentes no jogo, os estudantes têm a possibilidade de explorar tais estruturas em um ambiente que fornece objetos tridimensionais, além de recursos que exploram o estudo (e.g., visualização, seleção e acesso a informações da representação geométrica do sistema cardiovascular) e testes de conhecimentos (banco de questões).

Além disso, dentro do contexto do jogo sério EducaAnatomia3D, professores e alunos podem criar salas virtuais com o objetivo de jogar com um determinado grupo de usuários. Assim, com base em modelos baseados na *Web3D* e técnicas de interação e visualização em um ambiente virtual, o projeto do sistema cardiovascular permite aos pesquisadores explorarem características inovadoras na busca do aumento de qualidade no ensino da Anatomia Humana.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os estudos de caso do sistema cardiovascular, foram realizados em março e agosto de 2018, com duas turmas da disciplina de Anatomia II do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC. A apresentação do sistema cardiovascular nos dois estudos de caso ocorreu durante o período de aula, em um laboratório de informática.

O primeiro passo foi indicar para os alunos onde se pode acessar o sistema cardiovascular no EducaAnatomia3D, e, em seguida, solicitou-se aos alunos e a professora a assinatura no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e posteriormente realizou-se a aplicação do jogo com os alunos. Ao final, foi solicitado o preenchimento de um questionário de satisfação, aos estudantes e professora, para avaliação de usabilidade.

No primeiro estudo de caso, março de 2018, os alunos jogaram somente a parte relacionada às artérias, vaso sanguíneo até então disponível. Dando continuidade no desenvolvimento do jogo, em agosto de 2018, os alunos tiveram a oportunidade de jogar as partes relacionadas às artérias e veias. No total 51 estudantes participaram conforme o Quadro 6, no qual apresenta resumidamente os dados referentes aos estudos de casos realizados.

Quadro 6 - Estudo de caso do sistema cardiovascular

Semestre	Mês	Período	Vaso Sanguíneo	Participantes
2018.1	Março	Matutino	Artérias	30
2018.2	Agosto	Vespertino	Artérias	21
			Veias	21
Total				51

Fonte: Elaborado pela autora.

Como em uma aula tradicional, os alunos estudaram as artérias e veias do corpo humano, porém utilizando como material didático o jogo sério EducaAnatomia3D relacionado ao sistema cardiovascular. Durante os estudos de caso, os alunos fizeram anotações, bem como interagiram com a professora a respeito de possíveis curiosidades do sistema cardiovascular. Após uma hora e meia jogando, os alunos e a professora

realizaram o preenchimento de um questionário de satisfação para a avaliação de usabilidade do jogo sério.

O questionário de satisfação foi elaborado e adaptado com base nos cinco fatores sugeridos pelo questionário SUMI© (do inglês *Software Usability Measurement Inventory*) (SUMI, 2017), são eles: a satisfação, o controle que o ambiente proporciona, a aprendizagem, a eficiência, e a ajuda da interface. Composto por 12 questões afirmativas em que o usuário deve se posicionar assinalando apenas uma das cinco alternativas, de acordo com a escala *Likert* (5 pontos) apresentados ao fim de cada questão, tais como: 1 – Discordo Totalmente, 2 – Discordo, 3 – Não tem Opinião/Não tem Certeza, 4 – Concordo e 5 – Concordo Plenamente e três questões abertas (Apêndice F), onde os alunos e a professora fornecem a sua opinião e sugestões em relação a interface de interação.

Foram investigados por meio de uma análise descritiva os resultados obtidos com a avaliação para os estudantes e para a professora da disciplina de Anatomia II. Para o questionário de satisfação foram adotados 5 fatores de usabilidade, correspondentes as questões apresentadas no Quadro 7, os quais são os seguintes: (i) Satisfação: questões 1, 6 e 7; (ii) Controle que o ambiente proporciona: questões 2 e 10; (iii) Aprendizagem: questões 3 e 9; (iv) Eficiência: questões 4, 5 e 8; e, (v) Ajuda da Interface: questões 11 e 12.

Quadro 7 - Questionário de satisfação

	Questões	Fatores de Usabilidade
1	A utilização do jogo sério em geral foi uma experiência satisfatória.	Satisfação
2	Durante a utilização do jogo sério foi possível explorar os conceitos associados ao Sistema Cardiovascular e realizar os questionários para fixação do conteúdo através de um conjunto mínimo de operações.	Controle que o ambiente proporciona
3	O jogo sério é importante para realização de atividades de fixação do conteúdo na disciplina de Anatomia Humana.	Aprendizagem
4	A interface de interação do jogo sério é facilmente compreendida.	Eficiência
5	Não houve a necessidade de parar a atividade proposta diante do surgimento de obstáculos na interação com a interface.	Eficiência

6	Não encontrei erros relacionados ao jogo sério durante a realização das atividades do início ao fim.	Satisfação
7	Como usuário do jogo sério foi possível visualizar e interagir com os elementos associados ao Sistema Cardiovascular de uma forma intuitiva.	Satisfação
8	O jogo sério apresenta uma interface com terminologia de ensino de Anatomia Humana de uma forma consistente.	Eficiência
9	As informações fornecidas pelo jogo sério são satisfatórias para o entendimento da estrutura e função dos principais elementos associados ao Sistema Cardiovascular.	Aprendizagem
10	Independentemente da regularidade de uso do jogo sério as funcionalidades da interface de interação são de fácil memorização.	Controle que o ambiente proporciona
11	As informações contidas na interface do jogo sério são suficientes para sua utilização.	Ajuda da Interface
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 Sistema Cardiovascular.	Ajuda da Interface

Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, três questões abertas foram inseridas no final do questionário para identificar os benefícios e vantagens, dificuldades e desvantagens e sugestões de melhorias, conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 - Questões discursivas

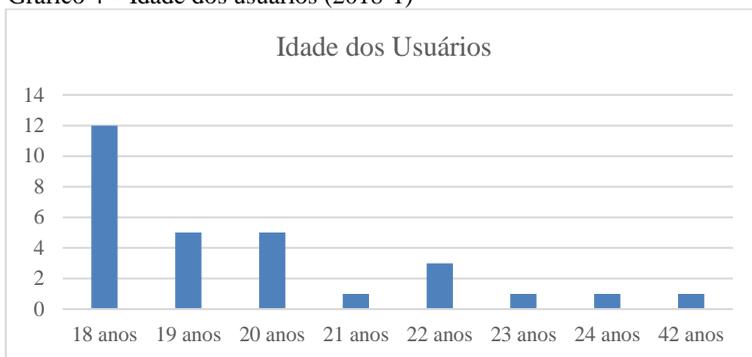
Questões Discursivas	
13	Na sua opinião quais são os principais benefícios ou vantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para o estudo de anatomia do Sistema Cardiovascular?
14	Na sua opinião quais são as principais dificuldades ou desvantagens de se utilizar o jogo sério EducaAnatomia3D para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

Fonte: Elaborado pela autora.

6.1 PERFIL DOS USUÁRIOS

Participaram do estudo de caso estudantes da disciplina de Anatomia II do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Um total de 30 alunos da segunda fase do curso de Fisioterapia participaram do primeiro estudo realizado em março de 2018 (semestre 2018-1) em sua primeira aula sobre artérias. A média de idade dos participantes ficou entre 18 e 19 anos, onde a maior idade encontrada foi 42 anos e a menor idade encontrada foi 18 anos (Gráfico 4).

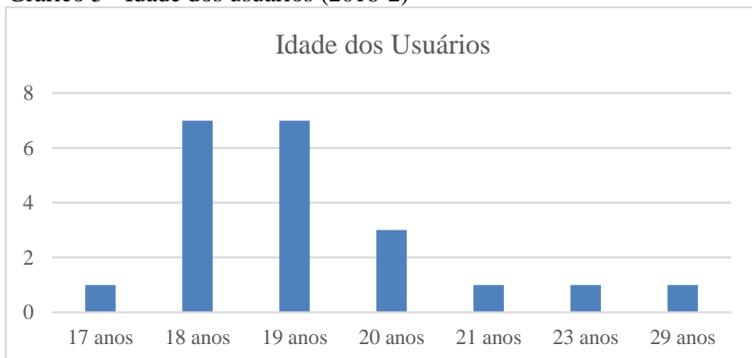
Gráfico 4 – Idade dos usuários (2018-1)



Fonte: Elaborado pela autora.

No estudo de caso realizado em agosto de 2018 (semestre 2018-2), participaram um total de 21 alunos, com idade entre 17 anos e 29 anos, conforme Gráfico 5.

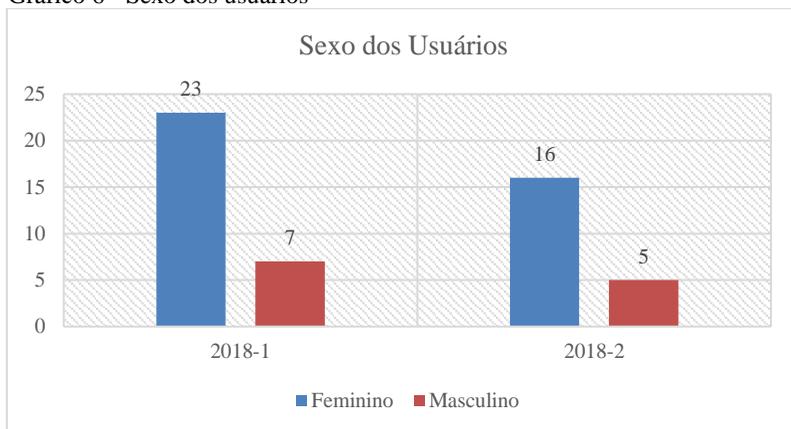
Gráfico 5 - Idade dos usuários (2018-2)



Fonte: Elaborado pela autora.

Nos cursos de ciências da saúde, é possível observar um número maior de usuários do sexo feminino, conforme apresentado no Gráfico 6. Ao analisarmos o sexo dos usuários do estudo de caso realizado em 2018-1, o sexo feminino apresenta 23 usuários, enquanto o sexo masculino apresenta 7 usuários. No estudo de caso realizado em 2018-2, o sexo feminino também se destaca com 16 usuários enquanto para o sexo masculino foram encontrados 6 usuários.

Gráfico 6 - Sexo dos usuários



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação à experiência com jogos ou ambientes virtuais, na turma do semestre de 2018-1 a maioria apresentou experiência entre iniciantes (16 usuários) e intermediário (13 usuários), e somente 1 aluno não respondeu a essa pergunta. E, a turma de 2018-2 apresentou como iniciante 5 usuários, intermediário 13 usuários e 1 usuário avançado. Somente 2 usuários não responderam essa pergunta.

Gráfico 7 - Experiência com jogos



Fonte: Elaborado pela autora.

6.2 PRIMEIRO ESTUDO DE CASO

No primeiro estudo de caso do sistema cardiovascular o EducaAnatomia3D apresentava funcionalidades apenas para o vaso sanguíneo do tipo artérias, incluindo a fase de apresentação de conteúdo e fixação do conteúdo, permitindo a visualização e a interação das representações geométricas. Para este estudo de caso, uma vez que o primeiro contato com o conteúdo sobre as artérias seria no jogo sério, foi determinado um cronograma de etapas para a aula, conforme pode ser observado no Quadro 9, o qual apresenta as etapas e seu respectivo tempo.

Quadro 9 - Cronograma turma 2018-1

Horário	Etapas	Tempo
13:30 à 15:00	Introdução	9:10-9:15 (5 minutos)
	Fase de Fixação (Pré-teste)	9:15-9:30 (15 minutos)
	Fase de Aprendizagem	9:30-10:20 (50 minutos)
	Fase de Fixação (Pós-teste)	10:20-10:50 (30 minutos)
	Questionário de Satisfação	10:50-11:00 (10 minutos)

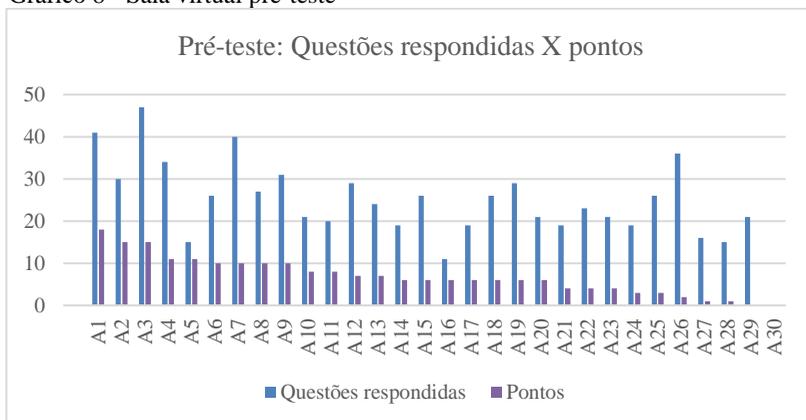
Fonte: Elaborado pela autora.

Na etapa “Introdução”, foi apresentado brevemente o jogo e solicitado o cadastro dos alunos, além da assinatura do TCLE. Feito isso, iniciou-se a etapa pré-teste, no qual foi orientado aos alunos acessarem o sistema cardiovascular dentro da sala virtual denominada “**Anatomia II - Pré-teste - Aula artérias**”, e que fossem direto para a segunda fase do

jogo (i.e., fase de fixação do conteúdo). O objetivo foi os estudantes testarem seus conhecimentos, sem passarem pela primeira fase do jogo (i.e., fase de apresentação do conteúdo). Assim, durante quinze minutos, os estudantes jogaram apenas a segunda fase do jogo.

O Gráfico 8 apresenta a quantidade de questões respondidas versus os pontos obtidos. Durante o tempo estipulado para essa fase, sem estudar previamente o conteúdo sobre artérias, as quantidades de questões respondidas ficaram entre 0 a 41, enquanto os pontos obtidos foram de 0 a 18. Em particular, o aluno A30, não obteve quantidade de questões respondidas e acertos, pois estava fora da sala virtual, sendo observado somente ao final desta fase.

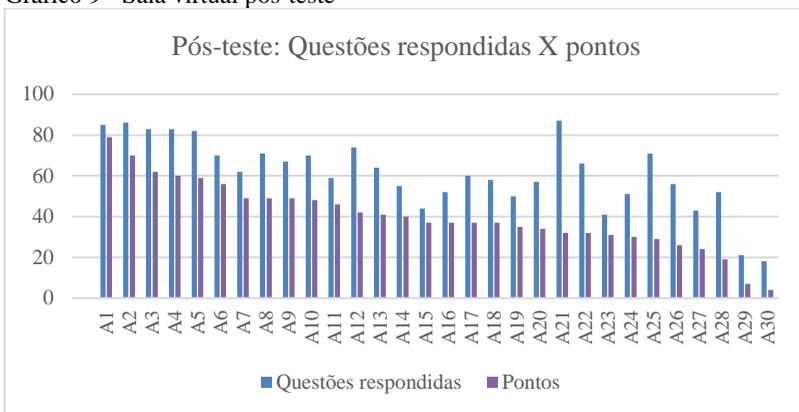
Gráfico 8 - Sala virtual pré-teste



Fonte: Elaborado pela autora.

Após esta fase, foi solicitado aos alunos acessarem a sala “**Anatomia II - Pós-teste - Aula artérias**”, para que então os estudantes utilizarem primeiramente a fase do jogo (i.e., apresentação do conteúdo), no qual tiveram a oportunidade de estudar e explorar as estruturas das artérias por 50 minutos. Após o estudo, os alunos iniciaram a segunda fase do jogo (i.e., fixação do conteúdo), agora com o conteúdo já estudado, por 30 minutos. Definiu-se esta etapa como pós-teste. Assim, as questões respondidas ficaram entre 18 a 85, e os pontos entre 4 a 79, conforme Gráfico 9.

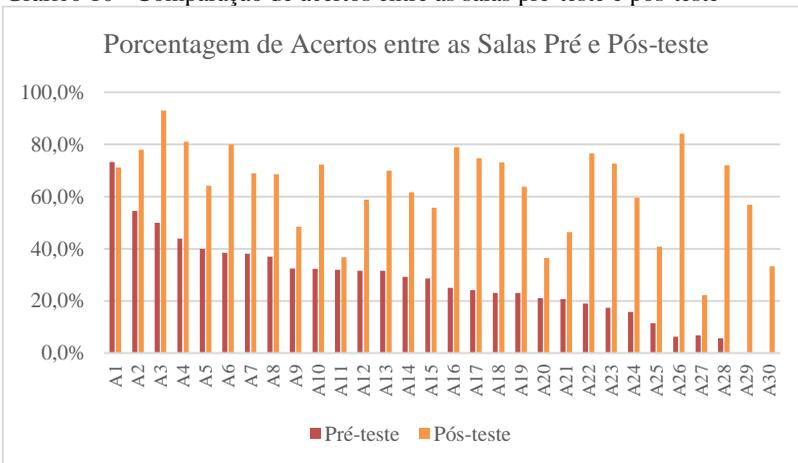
Gráfico 9 - Sala virtual pós-teste



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao se comparar a quantidade de acertos entre as salas virtuais pré-teste e pós-teste, obtém-se o Gráfico 10, no qual é possível observar a diferença de acertos entre as salas pré-teste e pós-teste, além de um crescimento significativo nos pontos. Durante a sala pré-teste os acertos ficaram entre 0 a 18 pontos, apresentando uma média percentual de acertos de 27.9 %, enquanto na sala pós-teste ficaram entre 4 a 79 pontos, com uma média percentual de acertos de 65.3 %.

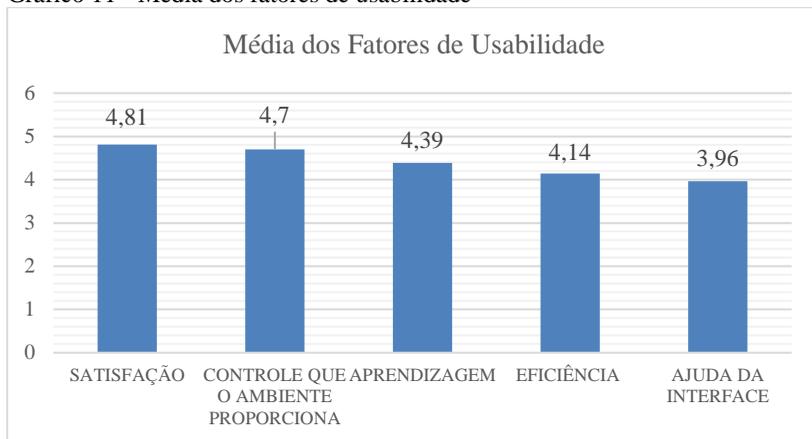
Gráfico 10 - Comparação de acertos entre as salas pré-teste e pós-teste



Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados do questionário de satisfação para os estudantes de Anatomia II são apresentados no Gráfico 11. Em relação à média dos fatores de usabilidade obtidos o destaque com maior média dos resultados ficou para a categoria Satisfação apresentando 4,81. Em seguida, a categoria Controle que o Ambiente Proporciona com média de 4,70, categoria Aprendizagem com 4,39, categoria Eficiência com média 4,14 e por fim, a categoria Ajuda da Interface com 3,96.

Gráfico 11 - Média dos fatores de usabilidade



Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, três questões discursivas foram incluídas no questionário de satisfação com o objetivo de obter um *feedback* dos usuários, são elas:

- Questão 13: Benefícios ou vantagens de se utilizar o jogo?
- Questão 14: Dificuldades ou desvantagens de se utilizar o jogo?
- Questão 15: Quais são suas sugestões de melhoria para o jogo?

As principais observações apontadas pelos alunos e professora podem ser observadas no quadro a seguir (Quadro 10).

Quadro 10 - Questões abertas do questionário de satisfação

Questão	Respostas
	Alunos: Os principais benefícios citados foram que o jogo possibilita a inserção de um novo recurso didático de fácil entendimento e memorização, além de apresentar representações do sistema cardiovascular em 3D, tornando o jogo interativo.

13	Professora: As principais observações levantadas foram que o aluno tem a possibilidade de estudar por meio de um navegador da <i>Web</i> , não necessariamente tendo que estar no ambiente universitário. Além disso, os aspectos lúdicos do jogo (roleta digital e <i>ranking</i>), motiva o aluno para o estudo e o mantém a atenção, por meio do jogo.
14	Alunos: As principais dificuldades citadas envolveram o entendimento para responder algumas questões dentro do tempo de 60 segundos.
	Professora: A professora descreveu que uma das dificuldades observada foi a dificuldades em relação a interação com a interface, até mesmo com a manipulação da representação 3D, uma vez que os alunos possuem em grande maioria conhecimento iniciante e intermediário com ambientes virtuais.
15	Alunos: Quanto a sugestões de melhoria os estudantes citaram que seria interessante, por exemplo adicionar mais questões.
	Professora: A professora mencionou que seria interessante, por exemplo, alterações na posição de alguns ícones e exibição de órgãos individualmente presentes na fase de apresentação do conteúdo. Outra sugestão, foi inserir conteúdo a respeito da anatomia do coração com algumas estruturas anatômicas bem como as veias de forma a completar o estudo do Sistema Cardiovascular.

Fonte: Elaborado pela autora.

6.3 SEGUNDO ESTUDO DE CASO

Através dos resultados obtidos com o estudo de caso da turma 2018-1, sugestões de melhorias apresentadas pelos estudantes e professora foram analisadas e adicionadas às funcionalidades do jogo sério. Assim, algumas sugestões foram adicionadas no jogo, como por exemplo, alterações na posição de alguns botões, tamanho de fontes, e por fim, as veias completando assim os vasos sanguíneos do sistema cardiovascular.

De posse de uma nova versão do sistema cardiovascular, um estudo de caso foi realizado em agosto de 2018, com uma nova turma da segunda fase do curso de Fisioterapia, na disciplina de Anatomia II. Após uma aula teórica sobre o assunto no período matutino, os alunos no período vespertino utilizaram o jogo sério, obedecendo e utilizando o mesmo cronograma apresentado no Quadro 9 na aula das artérias e veias.

Buscando seguir um cronograma similar ao estudo de caso anterior, neste estudo de caso os alunos primeiramente estudaram para posteriormente testarem seus conhecimentos (pós-teste). Ou seja, a etapa pré-teste não ocorreu, uma vez que a professora já tinha introduzido o assunto. No Quadro 11 é possível observar o tempo estipulado para cada etapa.

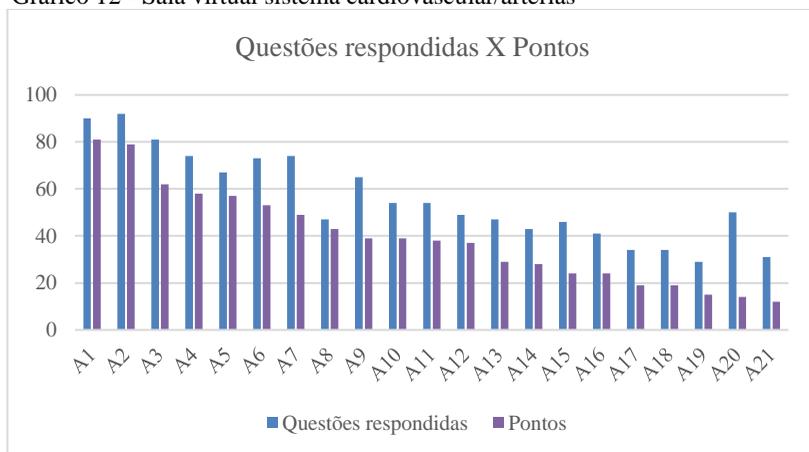
Quadro 11 - Cronograma turma 2018-2

Horário	Etapa	Tempo
13:30 à 15:00	Introdução	13:30-13:40 (10 minutos)
	Fase de Aprendizagem	13:40-14:20 (40 minutos)
	Fase de Fixação (pós-teste)	14:20-14:50 (30 minutos)
	Questionário de Satisfação	14:50-15:00 (10 minutos)

Fonte: Elaborado pela autora.

Na primeira semana os estudantes estudaram e jogaram o conteúdo sobre artérias, sem a possibilidade de acessarem as veias, conforme solicitado pela professora, na sala de aula virtual denominada “**Sistema Cardiovascular/Artérias**”. A quantidade de questões respondidas versus os pontos é apresentada no Gráfico 12. Nesta fase, as quantidades de questões respondidas ficaram entre 29 a 90, enquanto os pontos obtidos foram de 12 a 81, apresentando uma média percentual de pontos de 69,7%.

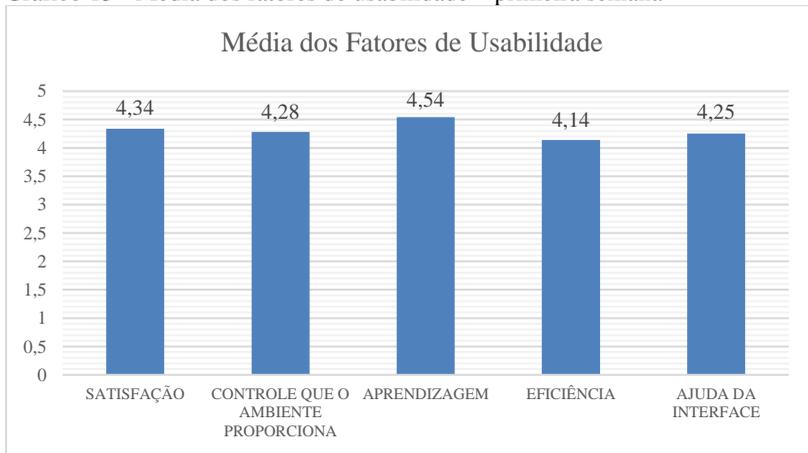
Gráfico 12 - Sala virtual sistema cardiovascular/artérias



Fonte: Elaborado pela autora.

No Gráfico 13 é possível observar os resultados do questionário de satisfação para os estudantes de Anatomia II. Em relação à média dos fatores de usabilidade obtidos o destaque com maior média dos resultados ficou para a categoria Aprendizagem 4,54. Em seguida, a categoria Satisfação apresentando 4,34, categoria Controle que o Ambiente Proporciona com média de 4,28, categoria Ajuda da Interface com média 4,25 e por fim, a categoria Eficiência com 4,14.

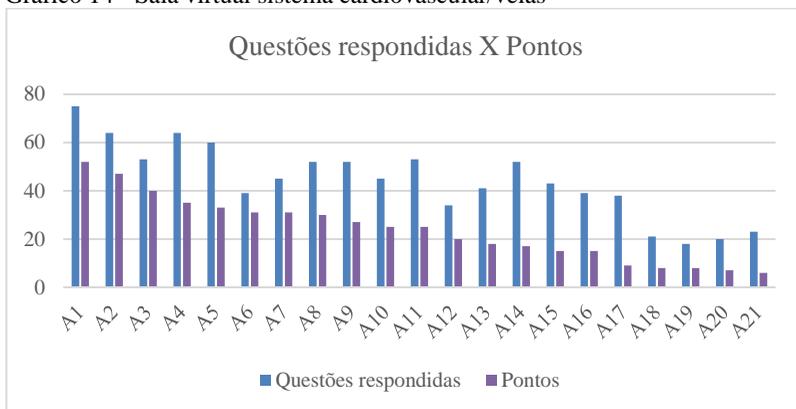
Gráfico 13 - Média dos fatores de usabilidade – primeira semana



Fonte: Elaborado pela autora.

Na segunda semana os alunos estudaram as veias na sala de aula virtual denominada “**Sistema Cardiovascular/Veias**”, e 21 alunos participaram do estudo de caso. Nesta fase, as quantidades de questões respondidas ficaram entre 20 a 75, enquanto os pontos obtidos foram de 6 a 52, conforme pode ser observado no Gráfico 14. A média do percentual dos pontos foi 53,6%.

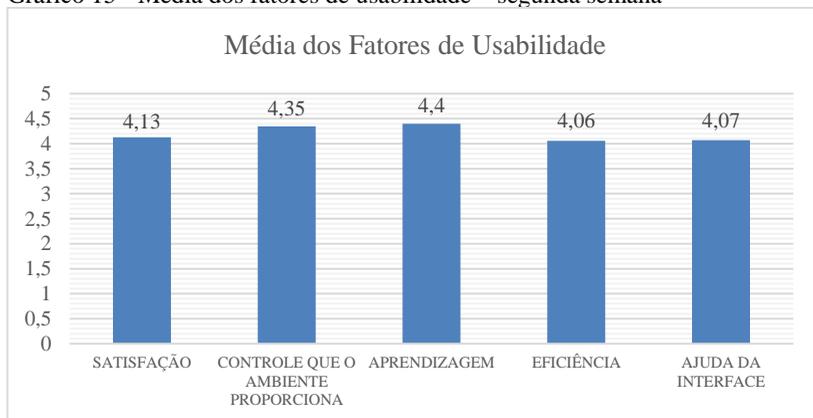
Gráfico 14 - Sala virtual sistema cardiovascular/veias



Fonte: Elaborado pela autora.

Como um aluno precisou sair minutos antes da aplicação do questionário de satisfação, o Gráfico 15 apresenta os resultados do questionário dos 20 estudantes que permaneceram até o final. Em relação à média dos fatores de usabilidade obtidos o destaque com maior média dos resultados ficou para a categoria Aprendizagem 4,40. Em seguida, a categoria Controle que o Ambiente Proporciona com média de 4,35, categoria Satisfação 4,13, categoria Eficiência com média 4,06 e por fim, a categoria Ajuda da Interface com média 4,07.

Gráfico 15 - Média dos fatores de usabilidade – segunda semana



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação às três questões abertas, as principais observações levantadas pelos estudantes e professora são apresentadas no Quadro 12.

Quadro 12 - Questões abertas do questionário de satisfação

Questão	Respostas
13	<p>Alunos: Os principais benefícios citados foram que o jogo ajuda na fixação, memorização e aprendizagem.</p>
	<p>Professora: Segundo a professora o jogo é uma excelente ferramenta para a fixação das informações pertinentes ao sistema cardiovascular e para o estudo dos vasos sanguíneos uma vez que os laboratórios não possuem cadáveres para a demonstração prática das estruturas. Nos atlas de anatomia humana há apenas a imagem do vaso sanguíneo, inexistindo a possibilidade de o aluno interagir com a estrutura em estudo. Neste contexto, com a possibilidade de interagir com a representação 3D torna mais fácil e interativo o estudo desses vasos. Outro ponto mencionado, foi o fato de estar disponibilizado na <i>Web</i>, facilita o estudo dos alunos que podem estudar fora da sala de aula, além de alunos em situações de tratamento domiciliar podem usá-lo como ferramenta para estudar o conteúdo de forma teórica e prática, por meio dos textos e da interação com os objetos, respectivamente.</p>
14	<p>Alunos: Os alunos descreveram que o tempo para responder algumas questões consideradas complexas foi umas das principais dificuldades.</p>
	<p>Professora: A professora mencionou que os jogos sérios para o estudo na anatomia devem contemplar todo o sistema, ou seja, as outras regiões do sistema cardiovascular também devem possuir conteúdo. Nesse caso, completar o sistema cardiovascular finalizando o coração.</p>
15	<p>Alunos: Quanto as sugestões de melhoria os estudantes citaram que seria interessante, por exemplo, poder confirmar as respostas pela tecla "<i>enter</i>".</p>
	<p>Professora: Uma das sugestões citadas pela professora foi inserir o conteúdo e as estruturas que faltam no coração.</p>

Fonte: Elaborada pela autora.

6.4 AVALIAÇÃO DE CONFIABILIDADE

O coeficiente *alfa* de Cronbach foi adotado para determinar o grau de confiabilidade das respostas obtidas com o questionário de satisfação. Considerado umas das estatísticas mais importantes e utilizadas em pesquisas que envolvem a construção e uso de testes, o que pode ser evidenciado pela literatura que revela que o artigo de Cronbach (1951) foi citado aproximadamente 60 vezes por ano em um total de 278 periódicos diferentes (CORTINA, 1993).

Sua equação leva em conta a variância atribuível aos sujeitos e a interação entre sujeitos e itens (CORTINA, 1993), representada pela equação abaixo.

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

- **α** : *Alfa* de Cronbach;
- **K**: Corresponde ao número de questões presente no questionário de satisfação;
- **Vi**: É a variância de cada questão;
- **Vt**: Variância total das questões.

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

6.4.1 Avaliação do primeiro estudo de caso

Com base nos resultados obtidos com o questionário de satisfação (Apêndice G) aplicado no semestre de 2018-1, o cálculo do *alfa* de Cronbach foi aplicado. O ID representa o número de identificação do usuário que respondeu o questionário (30 alunos) e o ITEM o número da questão respondida (12 questões). Cada número corresponde a resposta que cada usuário respondeu, sendo elas: 1 – Discordo Totalmente; 2 – Discordo; 3 – Não tem Opinião/Não tem Certeza; 4 – Concordo e 5 – Concordo Plenamente.

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 de Vi e Vt, foi utilizado o *software* da IBM, o SPSS *Statistics*® (IBM, 2019), no qual possibilita diversos cálculos relacionados a estatísticas, incluído a variância (Vi e Vt).

Aplicando-se os resultados no *software* SPSS Statistics®, obteve-se a Tabela 3, a qual apresenta o número de questões (Item), número de respostas (n=30) e o valor da variância para cada resposta do questionário. Assim, os valores de Vi e Vt são obtidos, onde, Vi é a variância de cada item apresentando um resultado de 5,564 e Vt é a variância total dos itens apresentando um valor de 20,397.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas semestre 2018-1

Item	Número de Respostas	Variância
1	30	0,254
2	30	0,230
3	30	0,271
4	30	0,409
5	30	0,930
6	30	1,109
7	30	0,309
8	30	0,309
9	30	0,386
10	30	0,575
11	30	0,317
12	30	0,469
Total		5,564
Soma	30	20,397

Fonte: Elaborada pela autora.

Ao aplicarmos a equação do *alfa* de Cronbach, chegou-se ao resultado de $\alpha = 0,823$. Com base nesse resultado, conclui-se que os resultados obtidos com a avaliação de satisfação dos usuários são confiáveis, atendendo o que sugere os valores do 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 a 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.

Tabela 4 - Média aritmética de cada questão

Item	Número de Respostas	Média	Desvio Padrão
1	30	4,57	0,504
2	30	4,67	0,479
3	30	4,73	0,521
4	30	4,27	0,640
5	30	4,03	0,964
6	30	4,17	1,053
7	30	4,63	0,556
8	30	4,63	0,556
9	30	4,60	0,621
10	30	4,33	0,758
11	30	4,40	0,563
12	30	4,47	0,681

Fonte: Elaborada pela autora.

6.4.2 Avaliação do segundo estudo de caso

No segundo estudo de caso realizado no semestre de 2018-2 (primeira semana), os alunos utilizaram o jogo apenas para o estudo das artérias. A partir dos resultados obtidos com o questionário de satisfação (Apêndice H), o cálculo do coeficiente *alfa* de Cronbach foi aplicado, obtendo-se os seguintes valores de variância em cada questão, como pode ser observado na Tabela 5. Neste caso, o valor de V_i apresentou 6,629 e o valor de V_t é 36,948.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas semestre 2018-2 primeira semana

Item	Número de Respostas	Variância
1	21	0,233
2	21	0,348
3	21	0,333
4	21	0,348
5	21	1,562

6	21	1,229
7	21	0,357
8	21	0,257
9	21	0,362
10	21	0,690
11	21	0,648
12	21	0,262
Total		6,629
Soma	21	36,948

Fonte: Elaborada pela autora.

Aplicando-se a equação do *alfa* de Cronbach, chegou-se ao resultado de $\alpha = 0,895$, ou seja, resultado confiável, ficando entre a escala de preferência de resultados do *alfa* de Cronbach (valores entre 0,80 e 0,90). Além disso, na Tabela 6 são apresentados a média aritmética, bem como o desvio padrão.

Tabela 6 - Média aritmética de cada questão (primeira semana)

Item	Número de Respostas	Média	Desvio Padrão
1	21	4,67	0,438
2	21	4,62	0,590
3	21	4,67	0,577
4	21	4,38	0,590
5	21	3,48	1,250
6	21	4,14	1,108
7	21	4,57	0,598
8	21	4,57	0,507
9	21	4,52	0,602
10	21	4,24	0,831
11	21	4,05	0,805
12	21	4,48	0,512

Fonte: Elaborada pela autora.

Na segunda semana, com base nos resultados do questionário de satisfação (Apêndice I), no qual foi estudado somente o conteúdo relacionado às veias, o cálculo do *alfa* de Cronbach foi aplicado, obtendo-se os seguintes valores de variância em cada questão, como pode ser observado na Tabela 7. Assim, obteve-se o valor de 9,755 para Vi, e 44,197 para Vt.

Tabela 7 - Estatísticas descritivas semestre 2018-2 segunda semana

Item	Número de Respostas	Variância
1	21	0,661
2	21	0,576
3	21	0,568
4	21	0,358
5	21	1,842
6	21	2,253
7	21	0,450
8	21	0,537
9	21	0,358
10	21	0,642
11	21	0,892
12	21	0,618
Total		9,755
Soma	21	44,197

Fonte: Elaborada pela autora.

Assim, a partir do cálculo do *alfa* de Cronbach, chegou-se ao resultado de $\alpha = 0,889$, apresentando também resultados confiáveis (valores entre 0,80 e 0,90). Além disso, na Tabela 8 são apresentados a média aritmética, bem como o desvio padrão da pontuação das respostas obtidas com o questionário.

Tabela 8 - Média aritmética de cada questão (segunda semana)

Item	Número de Respostas	Média	Desvio Padrão
1	21	4,35	0,813
2	21	4,45	0,759
3	21	4,40	0,754
4	21	4,40	0,598
5	21	3,50	1,357
6	21	3,60	1,501
7	21	4,35	0,671
8	21	4,30	0,733
9	21	4,40	0,598
10	21	4,30	0,801
11	21	3,95	0,945
12	21	4,25	0,786

Fonte: Elaborada pela autora.

Sendo assim, as avaliações de usabilidade e confiabilidade realizado nos estudos de caso nos retornaram valores e *feedbacks* satisfatórios. No Quadro 13 é apresentado os valores do *alfa* de Cronbach nos estudos de caso, bem como a média ($\alpha = 0,869$).

Quadro 13 - Resultados da avaliação de confiabilidade

Semestre	Vaso Sanguíneo	Alfa de Cronbach
2018.1	Artérias	0,823
2018.2	Artérias	0,895
	Veias	0,889
Média		0,869

Fonte: Elaborado pela autora.

7 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O intuito desse trabalho foi identificar a influência do jogo sério proposto com recursos digitais fundamentais para estudantes da área de ciências da saúde no ensino de anatomia humana do sistema cardiovascular. Para isso, o sistema cardiovascular foi projetado, desenvolvido e avaliado, com a participação de usuários e especialistas em Anatomia Humana.

Buscando apoiar estudantes da área de ciências da saúde, o projeto foi elaborado com o foco principal em auxiliar na compreensão e visualização de estruturas anatômicas consideradas pequenas e frágeis dentro de um ambiente virtual 3D. Este estudo foi parte do projeto de pesquisa EducaAnatomia3D o qual corresponde a um jogo sério para o ensino de Anatomia do Sistema Esquelético, Muscular, Cardiovascular e Nervoso, e, visa auxiliar o ensino de anatomia, permitindo um ambiente virtual inovador para estudos e testes do conhecimento nesta área.

Durante o levantamento bibliográfico realizado no presente estudo, foram encontrados jogos sérios e ambientes virtuais referentes à anatomia humana. Estudos sobre jogos sérios para o ensino de ciências da saúde, representam um importante papel de inovação no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que possibilita explorar conceitos essenciais, estimular e facilitar o ensino. Além disso, a exploração de modelos tridimensionais bem como baseados na *Web* os quais vem ganhando mais e mais espaço e representam um importante aliado para o ensino.

Para o projeto e desenvolvimento do sistema cardiovascular, reuniões periódicas foram realizadas entre a equipe interdisciplinar, no qual questões relacionadas à anatomia e tecnologias foram definidas. Com a finalidade de identificar recursos essenciais dentro do contexto de um ambiente anatômico, o projeto e desenvolvimento do sistema cardiovascular permitiu com o auxílio de especialistas em Anatomia Humana explorar importantes informações relacionadas ao entendimento da função e estrutura do sistema em questão. Neste contexto, o jogo sério visa facilitar o ensino de anatomia, permitindo uma nova forma de auxílio para estudos e testes do conhecimento nesta área.

Após o término do sistema cardiovascular, e dentro do contexto da questão de pesquisa, o mesmo foi utilizado em sala de aula na disciplina de Anatomia II do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina. Dentro do contexto da questão de pesquisa, a partir dos resultados obtidos com o estudo de caso na sala de aula, pode-se observar uma aceitação satisfatória por parte dos usuários do jogo sério como uma ferramenta adicional para o estudo de anatomia humana. Desta forma, tal

aplicação representa um passo na direção de jogos sérios, no qual estudantes na área de ciências da saúde possam fazer uso de um recurso, capaz de apresentar conceitos essenciais para o estudo da Anatomia Humana e suas relações no espaço tridimensional.

Para trabalhos futuros pretende-se adicionar outros tipos de técnicas de jogos digitais nas fases do jogo, como formas mais intuitivas e divertidas para a fase de apresentação, bem como aplicar técnicas de interação e visualização, a exemplo de realidade virtual e aumentada. Outra característica que pode ser agregada em relação a fase de fixação do jogo, é modificar os tempos das questões relacionadas ao grau de dificuldade (e.g., fácil; intermediário; e difícil).

Também, em termos de futuras funcionalidades pretende-se adicionar outras estruturas nos sistemas anatômicos existentes (Sistema Esquelético, Sistema Cardiovascular, Sistema Muscular e Sistema Nervoso). Além disso, no que tange o sistema cardiovascular, pretende-se adicionar a morfologia interna do coração e finalizar a morfologia externa. E, por fim, adicionar funcionalidades de análise de aprendizagem, tais como painéis interativos de visualização de desempenho do aluno (em inglês, *learning analytics dashboards*) em diferentes fases do jogo para permitir um melhor entendimento do processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Paul et al. Real-time Medical Visualization of Human Head and Neck Anatomy and its Applications for Dental Training and Simulation. **Current Medical Imaging Reviews**, v. 9, p. 298-308, 2013.

ALAMRI, Atif et al. Evaluating the impact of a cloud-based serious game on obese people. **Computers in Human Behavior**, v. 30, p. 468–475, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.06.021>.

ATTARDI, Stefanie M.; ROGERS, Kem A. Design and Implementation of an Online Systemic Human Anatomy Course with Laboratory. **Anatomical Sciences Education**, p. 53–62, 2015. <https://doi.org/10.1002/ase.1465>.

AZER, Samy A.; AZER, Sarah. 3D Anatomy Models and Impact on Learning: A Review of the Quality of the Literature. **Health Professions Education**, v. 2, p. 80–98, 2016.

BATISTA, Arthur Volpato et al. A Web3D Serious Game for Human Anatomy Education. In: XXV Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação (CINTED 2017), Gramado. **Anais do XXV Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre: UFRGS, 2017. v. 1. p. 89-98.

BLACKMAN, Sue. “Serious games. . .and less!”. **ACM SIGGRAPH Computer Graphics - Learning through computer-generated visualization**, v. 39, p. 12–16, 2005.

BARNES, Tiffany; ENCARNAÇÃO, Miguel L.; SHAW, Christopher D. Serious game. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 29, p. 18-19, 2009.

BIODIGITAL. **Biodigital Human**©. 2018. Disponível em: <https://www.biodigital.com/>. Acesso em: 20 mar. 2018.

BLENDER. **Blender**©. 2017. Disponível em: <https://www.blender.org/>. Acesso em: 10 set. 2017.

BRENTON, Harry et al. Using multimedia and Web3D to enhance anatomy teaching. **Computers & Education**, v. 49, p. 32–53, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.06.005>.

CAIN, Jeff; PIASCIK, Peggy. Are Serious Games a Good Strategy for Pharmacy Education? **American Journal of Pharmaceutical Education**, v. 79, p.1-6, 2015.

CERVO, Amando. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson prenticee hall, 2007.

COHEN, Moises et al. Introducing 3-Dimensional Stereoscopic Imaging to the Study of Musculoskeletal Anatomy. **The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 27, p. 593-596, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2011.01.004>.

COMPLETE ANATMY. **Complete Anatomy**©. 2018. Disponível em: <https://3d4medical.com/apps/complete-anatomy>. Acesso em: 12 fev. 2018.

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 test. **Psychometrika**, v. 51, p 297–334, 1951.

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

DANKBAAR, Mary E. W. et al. Preparing Residents Effectively in Emergency Skills Training With a Serious Game. **Society for Simulation in Healthcare**. v. 12, p. 9-160, 2017.

DEV, Parvati et al. Simulated Medical Learning Environments on the Internet. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 9, p. 437–447, 2002. <https://doi.org/10.1197/jamia.M1089>.

DIEHL, Leandro A. et al. Effectiveness of a serious game for medical education on insulin therapy: a pilot study. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 59, p. 470-473, 2015.

DOUBLEDAY, Eldrige G.; O'LOUGHLIN, Valerie D.; DOUBLEDAY, Alison F. The Virtual Anatomy Laboratory: Usability Testing to Improve an Online Learning Resource for Anatomy Education. **Anatomical Sciences Education**, p. 318–326, 2011. <https://doi.org/10.1002/ase.252>.

DUARTE, Hamilton Emídio. **Anatomia Humana**. Florianópolis: Biologia/EaD/UFSC, 2009.

EDUCAANATOMIA3D. **Jogo Sério para o Ensino de Anatomia Humana**. 2017. Disponível em: <http://www.labanatomiainterativa.ufsc.br/ea3d/>. Acesso em: 10 mar. 2017.

FANG, Binji et al. Creation of a Virtual Anatomy System based on Chinese Visible Human data sets. **Surgical and Radiologic Anatomy**, v. 39, p. 441–449, 2017.

FREIRE, Patrícia de Sá. **Aumente a Qualidade e Quantidade de Suas Publicações Científicas: Manual para elaboração de projetos e artigos científicos**. Curitiba: Crv, 2013.

FOVET, Thomas et al. Serious game as a therapeutic tool in psychiatry: A systematic review. **L'Encéphale**, v. 42, p. 463–469, 2016. 10.1016/j.encep.2016.02.008.

GAUTHIER, Andrea; CORRIN, Michael; JENKINSON, Jodie. Exploring the influence of game design on learning and voluntary use in an online vascular anatomy study aid. **Computers & Education**, v. 87, p. 24-34, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.017>.

GRANGER, Noelle A. et al. Use of Web-Based Materials to Enhance Anatomy Instruction in the Health Sciences. **The Anatomical Record** (Part B: New Anat), p. 121-127, 2006. <https://doi.org/10.1002/ar.b.20104>.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HASSINGER, James Peyton et al. Virtual Pelvic Anatomy Simulator: A Pilot Study of Usability and Perceived Effectiveness. **Journal of Surgical**

Research, v. 161, p. 23–27, 2010.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2009.06.016>.

HATCHER, April Richardson; HAZZARD, Matthew; YANEZ, German Ramirez. The Cranial Nerve Skywalk: A 3D Tutorial of Cranial Nerves in a Virtual Platform. **Anatomical Sciences Education**, p. 469–478, 2014. <https://doi.org/10.1002/ase.1445>.

HOCHMAN, Jordan B. et al. Gesture-controlled interactive three dimensional anatomy: a novel teaching tool in head and neck surgery. **Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery**, p. 43:38, 2014. <https://doi.org/10.1186/s40463-014-0038-2>.

IBM. **SPSS Statistics®**. 2019. Disponível em: <https://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/>. Acesso em: 05 jan. 2019.

JOHNSEN, Hege Mari et al. Teaching clinical reasoning and decision-making skills to nursing students: Design, development, and usability evaluation of a serious game. **International Journal of Medical Informatics**, v. 94, p. 39–48, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2016.06.014>.

KHENISSI, Mohamed Ali et al. Relationship between learning styles and genres of games. **Computers & Education**, v. 101, p. 1-14, 2016.

KURT, Engin; Yurdakulb, S. Eray; ATAÇ, Adnan. An Overview Of The Technologies Used For Anatomy Education In Terms Of Medical History. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 103, p. 109 – 115, 2013.

KWON, Koo-Joo Kwon; SHIN, Byeong-Seok Shin; CHUNG, Min Suk. Computer-Aided Training System of Educational Virtual Dissection Using Visible Korean Human. **Technologies for E-Learning and Digital Entertainment**, p. 284–1287, 2006.

LAAMARTI, Fedwa; EID, Mohamad; SADDIK, Abdulmotaleb El. Review Article An Overview of Serious Game. **International Journal of Computer Games Technology**, p. 1-15, 2015. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/358152>.

LAPES. 2017. **Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software**. Disponível em: http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool/. Acesso em: 18 out. 2017.

LAGRO, Joep et al. A Randomized Controlled Trial on Teaching Geriatric Medical Decision Making and Cost Consciousness With the Serious Game GeriatriX. **Journal Homepage**, v. 15, p. 957.e1–957.e6, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.04.011>.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LEMONS, Robson Rodrigues et al. Design of a Web3D Serious Game for Human Anatomy Education. *Advances in Educational Technologies and Instructional Design*. 1ed.: **IGI Global**, p. 586-611, 2019. 10.4018/978-1-5225-5790-6.ch020.

LEWIS, Thomas et al. Complementing Anatomy Education Using Three-Dimensional Anatomy Mobile Software Applications on Tablet Computers. **Clinical Anatomy**, v. 27, p. 313–320, 2014. <https://doi.org/10.1002/ca.22256>.

MACHADO, Liliane dos Santos et al. Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 35, p. 254-262, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-55022011000200015>.

MITROUSIAS, Vasileios et al. Anatomy learning from prosected cadaveric specimens versus three-dimensional software: A comparative study of upper limb anatomy. **Annals of Anatomy**, v. 218, p. 156–164, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2018.02.015>.

MITSUHASHI, Nobutaka et al. BodyParts3D: 3D structure database for anatomical concepts. **Nucleic Acids Research**, v. 37, p. 783-785, 2009. <https://doi.org/10.1093/nar/gkn613>.

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

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini. **Metodologia da Pesquisa: Abordagem Teórico-Prática**. 17 ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

PLATAFORMA BRASIL. **Plataforma Brasil**. Disponível em: <http://plataformabrasil.saude.gov.br/>. Acesso em: 22 jan. 2018.

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

PEREIRA, Poliana Francibele de Oliveira. **AMBIENTE VIRTUAL INTERATIVO PARA O ENSINO DE ANATOMIA HUMANA: UM JOGO SÉRIO PARA O SISTEMA MUSCULAR**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação (PPGTIC), Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2019.

PETERSSON, Helge et al. Web-Based Interactive 3D Visualization as a Tool for Improved Anatomy Learning. **Anatomical Sciences Education**, v. 2, p. 61-68, 2009. <https://doi.org/10.1002/ase.76>.

POMMERT, Andreas et al. Computer-Based Anatomy: A Prerequisite for Computer-Assisted Radiology and Surgery. **Computer Assisted Radiology & Surgery**, v. 13, p. 104 – 112, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2005.08.034>.

PREIM, Bernhard; SAALFELD, Patrick. A survey of virtual human anatomy education systems. **Computers & Graphics**, v. 71, p. 132–153, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2018.01.005>.

PPGTIC. 2018. **Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação**. Disponível em: <http://ppgtic.ufsc.br/>. Acesso em: 08 de out. 2018.

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

RICHARDSON, A. et al. A “Second Life” for gross anatomy: Applications for multiuser virtual environments in teaching the

anatomical sciences. **Anatomical sciences education**, v. 4, p. 39-43, 2011.

SEITEL, Mathias et al. RepliExplore: coupling physical and virtual anatomy models. **Division of Medical and Biological Informatics**, v. 4, p. 417-424, 2009.

SMITH, Claire F. et al. Anatomical Society core regional anatomy syllabus for undergraduate medicine: the Delphi process. **Journal of anatomy**, v. 228, p. 2-14, 2016.

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.

NOTARIS, Matteo et al. Anatomic Skull Base Education Using Advanced Neuroimaging Techniques. **World Neurosurgery**, v. 79, p. e9-S16, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2012.02.027>.

O'BYRNE, Patrick J; PATRY, Anne; CARNEGIE, Jacqueline. The development of interactive online learning tools for the study of Anatomy. **Medical Teacher**, v. 30, p. 60 – 271, 2008. <https://doi.org/10.1080/01421590802232818>.

OLIVEIRA, Helder C; HOUNSELL, Marcelo S. Jogo Sério Persuasivo para Reinserção Social de Dependentes Químicos. **Anais do I Simpósio Latino-Americano de Jogos (SlatJogos 2016)**, v. 1, n. 1, p. 80-86, 2016.

RAMPAZZO, Lino. **Metodologia científica (para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação)**. 7. ed. São Paulo: Edição Loyola, 2013.

SATAVA, Richard M.; JONES, Shaun B. Current and Future Applications of Virtual Reality for Medicine. **Proceedings of the IEEE**, v. 86, p. 484 – 489, 1998.

SCHROEDER, Rafaela B., HOUNSELL, Marcelo S. SEU-Q - Um Instrumento de Avaliação de Utilidade de Jogos Sérios Ativos. **Anais do I Simpósio Latino-Americano de Jogos (SlatJogos 2016)**, v. 1, n. 1, p. 136-145, 2016.

SILÉN, Dr. Charlotte et al. Advanced 3D visualization in student-centred medical education. **Medical Teacher**, v. 30, p. 115-124, 2008. <https://doi.org/10.1080/01421590801932228>.

SUGANDI, Kapil; ABRAHAMS, Peter; KHURANA, Ashish. The Anatomy of Anatomy: A Review for Its Modernization. **Anatomical Sciences Education**, v. 3, p. 83-93, 2010. <https://doi.org/10.1002/ase.139>

SUMI. **Software Usability Measurement Inventory**©. Disponível em: <http://sumi.uxp.ie/>. Acesso em: 11 nov. 2017.

SUSI, Tarja; JOHANNESSON, Mikael; BACKLUND, Per. Serious Games – An Overview. **Technical Report**, p. 1-28, 2007.

STURM, Deborah et al. “Free Will”: A Serious Game to Study the Organization of the Human Brain. **Springer International Publishing**, v. 714, p. 178–183, 2017.

TEMKIN, Bharti et al. An Interactive Three-Dimensional Virtual Body Structures System for Anatomical Training Over the Internet. **Clinical Anatomy**, p. 267–274, 2006. <https://doi.org/10.1002/ca.20230>.

TWOREK, Janet K. et al. The LINDSAY Virtual Human Project: An Immersive Approach to Anatomy and Physiology. **Anatomical Sciences Education**, v. 6, p. 19–28, 2013. <https://doi.org/10.1002/ase.1301>.

VENAIL, Frederic et al. Enhancement of temporal bone anatomy learning with computer 3D rendered imaging softwares. **Medical Teacher**. v. 32, p. 282-288, 2010. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2010.490280>.

VENUTI, Judith M.; IMIELINSKA, Celina; MOLHOLT, Pat. New Views of Male Pelvic Anatomy: Role of Computer-Generated 3D Images. **Clinical Anatomy**, p. 261–271, 2004. <https://doi.org/10.1002/ca.10233>.

VISIBLE BODY. **Visible Body**©. 2017. Disponível em: [<https://www.visiblebody.com/>](https://www.visiblebody.com/). Acesso em 12 nov. 2017.

WATTANASOONTORN, Voravika et al. Serious games for health. **Entertainment Computing**, v. 4, p.231-247, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2013.09.002>.

ZILVERSCHOON, Marijin; VINCKEN, Koen L.; BLEYS, Ronald L. A. W. The virtual dissecting room: Creating highly detailed anatomy models for educational purposes. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 65, p. 58–75, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.11.005>.

ZIN, Nor Azan Mat; JAAFAR, Azizah; YUE, Wong Seng. Digital game-based learning (DGBL) model and development methodology for teaching history. **WSEAS transactions on computers**, v. 8, p. 322-333, 2009.

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 - CEPESH

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 está 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 Participante	do	Data
------	----------------------------	----	------

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

Obrigado pela participação!

APÊNDICE C – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II DO DIA 22/03/2018

PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II

PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá

CURSO: Fisioterapia

DISCIPLINA: Anatomia II

PROFESSORA: Cristiane Meneghelli Rudolph

Nº de Aulas: 02

Data: 22/03/2018

Carga Horária: 02
horas/aula

Visão Geral: Realizar a avaliação do estudo de caso do jogo sério EducaAnatomia3D, módulo Sistema Cardiovascular, no ambiente de ensino e aplicação do questionário de satisfação.

Procedimentos metodológicos:

- 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 do caso e agradecimentos.

Avaliação:

- 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.:



Assinatura

APÊNDICE D – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II DO DIA 16/08/2018

PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II

PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá		
CURSO: Fisioterapia		
DISCIPLINA: Anatomia II		
PROFESSORA: Cristiane Meneghelli Rudolph		
Nº de Aulas: 02	Data: 16/08/2018	Carga Horária: 02 horas/aula
Visão Geral: Realizar a avaliação do estudo de caso do jogo sério EducaAnatomia3D, módulo Sistema Cardiovascular, no ambiente de ensino e aplicação do questionário de satisfação.		
Procedimentos metodológicos:		
<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. 		
Avaliação:		
<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

APÊNDICE E – PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II DO DIA 23/08/2018

PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II

PLANO DE AULA DA DISCIPLINA DE ANATOMIA II

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Araranguá		
CURSO: Fisioterapia		
DISCIPLINA: Anatomia II		
PROFESSORA: Cristiane Meneghelli Rudolph		
Nº de Aulas: 02	Data: 23/08/2018	Carga Horária: 02 horas/aula
Visão Geral: Realizar a avaliação do estudo de caso do jogo sério EducaAnatomia3D, módulo Sistema Cardiovascular, no ambiente de ensino e aplicação do questionário de satisfação.		
Procedimentos metodológicos:		
<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. 		
Avaliação:		
<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 F – 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

	QUESTÕES	OPÇÃO DE RESPOSTA				
		1	2	3	4	5
1)	A utilização do jogo sério EducaAnatomia3D em geral foi uma experiência satisfatória.					
2)	Durante a utilização do jogo sério EducaAnatomia3D foi possível explorar os conceitos associados ao Sistema Cardiovascular 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 Cardiovascular 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 Cardiovascular.					
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 Cardiovascular 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 Cardiovascular?

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 Cardiovascular?

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

**APÊNDICE G – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO
(SEMESTRE 2018-1)**

ITEM												
ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4
2	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5
3	4	4	4	3	5	5	4	3	4	5	4	5
4	4	5	5	5	3	5	5	5	4	4	4	4
5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	3
6	4	4	3	4	3	3	5	4	3	3	4	3
7	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
8	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5
9	5	5	5	5	4	2	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	4	2	2	4	5	5	5	4	4
11	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4
12	5	4	5	5	3	4	5	4	5	4	4	4
13	5	5	5	4	2	5	5	5	5	3	3	5
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5
16	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5
17	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
18	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4
19	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5
20	4	5	5	4	4	4	3	4	5	4	4	4
21	4	4	4	3	4	2	4	4	3	3	4	3
22	4	4	5	3	5	5	4	4	5	3	5	4
23	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
24	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5
25	4	5	5	4	3	3	5	5	5	5	5	5
26	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
27	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5
28	4	4	5	4	2	2	5	4	4	4	4	4
29	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
30	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

**APÊNDICE H – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO
(PRIMEIRA SEMANA – SEMESTRE 2018-2)**

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

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

**APÊNDICE I – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO
(SEGUNDA SEMANA – SEMESTRE 2018-2)**

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

Fonte: Elaborada pela autora (2018).