

Jogo SériO para o Ensino de Anatomia Humana

Serious Game for Human Anatomy Education

1st Karolini Rodrigues da Conceição
*Pós-graduação em Tecnologias da
Informação e Comunicação
(PPGTIC)*
Universidade Federal de Santa
Catarina (UFSC)
Araranguá, SC, Brasil
karolrodrigues344@gmail.com

4th Robson Rodrigues Lemos
*Pós-graduação em Tecnologias da
Informação e comunicação
(PPGTIC)*
Universidade Federal de Santa
Catarina (UFSC)
Araranguá, SC, Brasil
robson.lemos@ufsc.br

7st Patricia Jantsch Fiuza
*Pós-graduação em Tecnologias da
Informação e Comunicação
(PPGTIC)*
Universidade Federal de Santa
Catarina (UFSC)
Araranguá, SC, Brasil
patricia.fiuza@ufsc.br

2nd Arthur Volpato Batista
*Pós-graduação em Tecnologias da
Informação e Comunicação
(PPGTIC)*
Universidade Federal de Santa
Catarina (UFSC)
Araranguá, SC, Brasil
arthur.volpb@gmail.com

5th Cristiane Meneghelli Rudolph
*Dept. de Ciências da Saúde
(DCS)*
Universidade Federal de Santa
Catarina (UFSC)
Araranguá, SC, Brasil
neurocris@gmail.com

3rd Poliana Francibele de Oliveira
Pereira
*Pós-graduação em Tecnologias da
Informação e Comunicação (PPGTIC)*
Universidade Federal de Santa
Catarina (UFSC)
Araranguá, SC, Brasil
po.fran@hotmail.com

6th Bruna Scheffer Bueno
*Graduação em Fisioterapia
(UFSC)*
Universidade Federal de Santa
Catarina (UFSC)
Araranguá, SC, Brasil
bruna-scheffer@hotmail.com

Resumo—O crescente desenvolvimento de tecnologias educacionais apresenta grandes oportunidades no processo de ensino e aprendizagem de ciências da saúde. Buscando utilizar-se dos benefícios proporcionados pelas novas tecnologias, desenvolveu-se um jogo sério para o estudo dos ossos do membro inferior (sistema esquelético), artérias (sistema cardiovascular) e músculos dos membros inferiores (sistema muscular) do corpo humano. O projeto do jogo sério foi desenvolvido em parceria com especialistas em Anatomia Humana. Estudos de caso foram realizados com alunos do curso de graduação em Fisioterapia na disciplina de Anatomia por meio de técnicas de avaliação de usabilidade. A partir dos resultados obtidos foi possível identificar características fundamentais e inovadoras que devem estar presentes no projeto de jogos sérios para o ensino de ciências da saúde.

Palavras-chave—*anatomia virtual, aplicação web, jogos sérios*

Abstract—The growing development of educational technologies presents great opportunities in the teaching and learning process of health sciences. Seeking to use the benefits provided by the new technologies, a serious game has been developed for the study of the bones of the lower limb (skeletal system), arteries (cardiovascular system) and muscles of the lower limbs (muscular system) of the human body. The serious game project was developed in partnership with experts in Human Anatomy. Case studies were carried out with undergraduate students in Physiotherapy in the Anatomy course through usability evaluation techniques. From the obtained results it was possible to identify fundamental and innovative characteristics that must be present in the project of serious games for the teaching of health sciences.

Keywords—*virtual anatomy, web application, serious games*

I. 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, cujo propósito não se modificou desde que foi introduzida em cursos de ensino superior [1]. Segundo [2] em seu conceito mais amplo, a Anatomia é a ciência que estuda, macro e microscopicamente, a constituição e o desenvolvimento dos seres organizados.

Durante muitos anos o ensino da anatomia se concentrou nos métodos tradicionais baseados no professor e desenhos em 2D, que de acordo com [3], 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 da ciência da saúde, novos métodos de ensino baseados em programas computacionais vêm sendo implementados juntamente a abordagens tradicionais [4].

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. 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 tem como foco transmitir ao usuário uma entrada de conhecimento (conteúdo) em que o mesmo será testado [5].

Neste artigo, é apresentado um ambiente virtual destinado a ensinar a anatomia humana de regiões

específicas do sistema esquelético, sistema cardiovascular e sistema muscular. Por meio do contato e parceria com especialistas de Anatomia Humana, foi desenvolvido um jogo sério intitulado EducaAnatomia3D, que visa auxiliar o ensino de estudantes na área da saúde. Com o sistema já disponível, estudos de casos foram realizados com alunos do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina, na disciplina de Anatomia, no qual são introduzidos conceitos da anatomia humana, localização de estruturas e utilização de terminologia específica.

II. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada consiste de uma pesquisa aplicada e tecnológica. A metodologia de Aprendizagem Baseada em Jogo Digital (em inglês *Digital Game-Based Learning*, DBGL) também foi adotada para o projeto de desenvolvimento da aplicação *Web3D*. Esse modelo apresenta cinco fases: (Análise; Concepção; Desenvolvimento; Garantia de qualidade; Implementação e Avaliação) [6]. A partir da realização das cinco fases apresentadas no modelo DGBL, o projeto do jogo sério subdivide o ambiente em duas partes: a apresentação do conteúdo de anatomia e apresentação de técnicas para fixação do conteúdo.

Avaliações de usabilidade foram realizadas no ambiente de ensino com o objetivo de verificar se as interfaces de interação para apresentação e fixação do conteúdo de anatomia, são atrativas e de fácil utilização, por meio de um questionário de satisfação. Para tal, foi realizado um estudo de caso com alunos da disciplina de Anatomia II do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina.

III. O JOGO SÉRIO EDUCAANATOMIA3D

A disciplina de Anatomia Humana foi escolhida como conteúdo a ser abordado no jogo. 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, cardiovascular e muscular. Além disso, possui funcionalidades para gerenciar informações do registro de cada usuário, criação e eliminação de salas virtuais e ranking dos usuários no jogo.

Todo o projeto pedagógico utilizado no jogo sério foi desenvolvido com o apoio de especialistas em anatomia humana da Universidade Federal de Santa Catarina, que participam do desenvolvimento deste jogo, fornecendo materiais e explicações referentes as estruturas anatômicas. Para a implementação das funcionalidades presentes no jogo sério, adotou-se tecnologias empregadas em aplicações direcionadas para a Web. Linguagens de programação, como CSS, HTML 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. 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"). E, o banco de dados MySQL em conjunto com a linguagem PHP para realizar operações na base de dados.

Buscando proporcionar aos usuários um processo de interação similar, os três sistemas anatômicos presentes no

jogo, seguem um mesmo padrão de interface. Portanto, o jogo sério é subdividido em duas fases: a primeira fase corresponde a apresentação do conteúdo, e a segunda fase, corresponde a fixação do conteúdo. 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 (estrutura em desenvolvimento). E, no sistema muscular, é possível estudar a estrutura dos músculos esqueléticos do membro inferior.

A. Funcionalidades Gerais do Jogo Sério

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. 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 (Fig. 1).



Fig. 1. Página inicial

Ao acessar a opção “minha conta”, será apresentado ao usuário informações a respeito da sua conta. A opção sala, possibilita aos usuários a criação e eliminação de salas virtuais que podem ter acesso público ou privado. Permite também ao usuário adicionar membros a 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.

Na opção salas, está apresenta duas opções: "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. Na opção "Minhas salas de aula", será apresentado uma lista de salas virtuais que o usuário está participando atualmente.

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. Após definir a participação em uma sala de aula, o usuário pode escolher qual do sistema anatômico deseja estudar.

B. Fase de Apresentação do Conteúdo

A fase de apresentação do conteúdo corresponde a primeira fase do jogo, que tem como objetivo apresentar o

conteúdo pedagógico, por meio de funcionalidades no ambiente virtual que auxiliarão no entendimento do sistema em questão. A interface da primeira fase do jogo permite a visualização, seleção e informações da representação geométrica do sistema anatômico em questão. Para todos os sistemas anatômicos disponíveis no jogo sério a interface de apresentação do conteúdo contém um menu hierárquico organizado a partir dos nomes dos modelos 3D de cada estrutura anatômica.

A seleção de cada modelo 3D pode ser realizada por meio do menu hierárquico, 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 o botão (intitulado jogar) responsável pela navegação da segunda fase do jogo. Tais funcionalidades podem ser observadas na Fig. 2., a qual mostra a fase de apresentação do conteúdo do sistema cardiovascular.

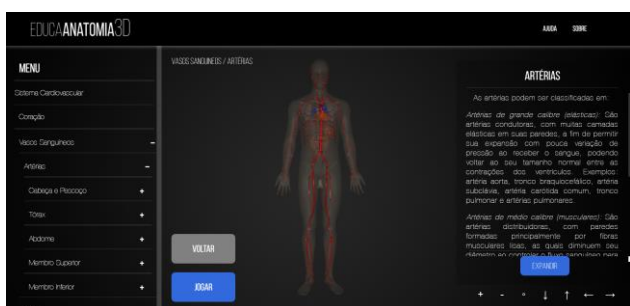


Fig. 2. Fase de apresentação do conteúdo. Sistema Cardiovascular

C. Fase de Fixação do Conteúdo

Na fase de fixação do conteúdo, segunda fase do jogo sério, os usuários têm a oportunidade de testarem seus conhecimentos e habilidades, através de uma série de questões relacionados ao conteúdo estudado na apresentação do conteúdo (Fig. 3.). Para a realização deste, será apresentado ao usuário uma interface contendo uma seleção de regiões do sistema anatômico humano em questão. Após a escolha da região de estudo é apresentado uma roleta digital para o sorteio dos números de questões a serem respondidas.

Para o sistema cardiovascular, o usuário precisará escolher uma das cinco regiões das artérias do corpo humano (cabeça e pescoço, tórax, abdome, membro superior e membro inferior). Atualmente existe um total de 80 questões relacionadas ao sistema cardiovascular, 120 questões para o sistema esquelético e 160 questões para o sistema muscular. A cada pergunta respondida, o jogo exibirá uma mensagem quanto a resposta do usuário. Ao finalizar o questionário, são apresentados os resultados das respostas corretas e incorretas. Posteriormente, o ranking do usuário em questão e o ranking geral é atualizado no banco de dados.

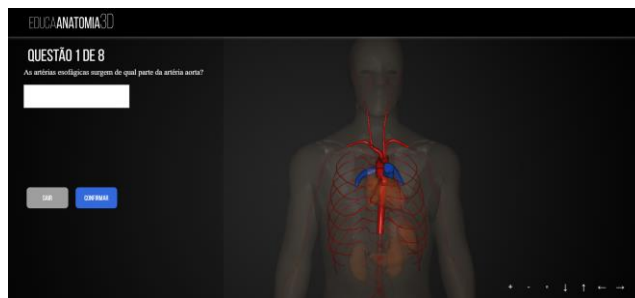


Fig. 1. Fase de fixação do conteúdo. Região do tórax

IV. RESULTADOS

Testes de avaliação de usabilidade foram realizados com estudantes do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina. Estudantes da disciplina de Anatomia II participaram de um estudo de caso para avaliação de usabilidade do EducaAnatomia3D para o sistema cardiovascular (artérias). A professora da disciplina, e os seus 30 alunos participaram do estudo de caso, sendo 23 mulheres e 7 homens. A maioria dos estudantes possui nível de experiência com jogos sérios ou ambientes educacionais virtuais considerado como iniciante e com idade variando entre 18 e 42 anos. Estudo de caso similar foi realizado para o sistema esquelético para estudantes da disciplina de Anatomia I, assim como para o sistema muscular.

A apresentação do jogo sério EducaAnatomia3D ocorreu em um laboratório de informática, no qual foi solicitado aos alunos a assinar um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), para que o jogo pudesse ser aplicado. 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.

Para o questionário de satisfação foram adotados os cinco fatores de usabilidade sugeridos pelo questionário SUMI © (do inglês *Software Usability Measurement Inventory*) [7], são eles: a satisfação, o controle que o ambiente proporciona, a aprendizagem, a eficiência, e a ajuda da interface. Nesse contexto, foi elaborado o questionário de satisfação com 12 afirmativas em que o usuário deve se posicionar assinalando apenas uma das cinco alternativas apresentados ao fim de cada questão: 1 – Discordo Totalmente, 2 – Discordo, 3 – Não tem Opinião/Não tem Certeza, 4 – Concordo e 5 – Concordo Plenamente (Tabela 1) e três questões discursivas, onde os alunos e professor fornecem a sua opinião em relação a interface de interação.

Tabela 1: Questionário de satisfação

	Questões
1.	A utilização do jogo sério em geral foi uma experiência satisfatória.
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.
3.	O jogo sério é importante para realização de atividades de fixação do conteúdo na disciplina de Anatomia Humana.
4.	A interface de interação do jogo sério 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 durante a realização das atividades do início ao fim.

7.	Como usuário do jogo sério foi possível visualizar e interagir com os elementos associados ao Sistema Cardiovascular de uma forma intuitiva.
8.	O jogo sério apresenta uma interface com terminologia de ensino de Anatomia Humana de uma forma consistente.
9.	As informações fornecidas pelo jogo sério 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 as funcionalidades da interface de interação são de fácil memorização.
11.	As informações contidas na interface do jogo sério são suficientes para sua utilização.
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.

Os resultados do questionário de satisfação para os estudantes de Anatomia II são apresentados na Fig. 4. Em relação à média dos fatores de usabilidade obtidos o destaque com maior média dos resultados ficou para a categoria Aprendizagem apresentando 4,66. Em seguida a categoria Controle que o Ambiente Proporciona com média de 4,49, categoria Eficiência com 4,3, categoria Satisfação com média 4,45 e por fim, a categoria Ajuda da Interface com 4,43.

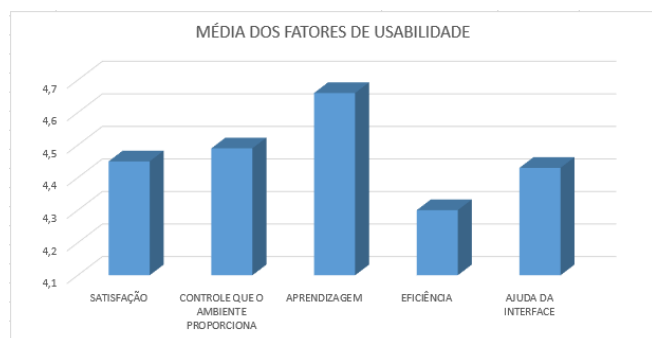


Fig. 2. Média dos fatores de usabilidade

Além disso, três questões abertas foram incluídas e as principais observações apontadas pelos estudantes e professor são apresentadas a seguir:

1. Benefícios ou vantagens de se utilizar o jogo? Os principais benefícios observados pelos alunos e professor, “é que o jogo sério é uma ótima ferramenta que motiva os alunos para o estudo uma vez que contém aspectos lúdicos.”
2. Dificuldades ou desvantagens de se utilizar o jogo? As principais dificuldades citadas envolveram, “questões relacionadas a dificuldade na visualização de pequenas artérias, e no entendimento de algumas questões.”
3. Quais são as suas sugestões de melhorias para o jogo? Quanto a sugestões de melhoria os estudantes e a professor citaram que seria interessante, por exemplo adicionar mais questões, e acrescentar alguns botões/ícones na interface. Além disso, completar o Sistema Cardiovascular com a inserção das veias.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos sobre jogos sérios para o ensino na área 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. O jogo sério EducaAnatomia3D visa facilitar o ensino de anatomia, permitindo uma nova forma de auxílio para estudos e testes do conhecimento nesta área. O estudo desenvolvido permitiu com o auxílio de especialistas em Anatomia Humana explorar importantes informações relacionadas ao entendimento da função e estrutura para cada sistema anatômico.

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, o EducaAnatomia3D 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 entendimento da Anatomia Humana e suas relações no espaço tridimensional.

Para trabalhos futuros serão adicionados outros tipos de técnicas de jogos digitais nas fases do jogo. Também, em termos de futuras funcionalidades serão adicionadas outras estruturas nos sistemas anatômicos existentes (Sistema Esquelético, Sistema Cardiovascular e Sistema Muscular), bem como a inserção de novos sistemas anatômicos em parceria com as especialistas em anatomia humana. E, por fim, adicionar funcionalidades de analítica de aprendizagem para permitir o entendimento do processo de aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi realizada com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- [1] N. A. Granger et al, “Use of Web-Based Materials to Enhance Anatomy Instruction in the Health Sciences.” *The Anatomical Record (Part B: New Anat)* pp. 121-127, 2006.
- [2] J. G. Dangelo, and C. A. Fattini, *Anatomia humana sistêmica e segmentar*, 3 ed. São Paulo: Atheneu, 2007.
- [3] F. Venail, et al. “Enhancement of temporal bone anatomy learning with computer 3D rendered imaging softwares.” *Medical Teacher*. vol. 32, p. 282-288, 2010.
- [4] M. Seitel, et al. “RepliExplore: coupling physical and virtual anatomy models.” *Division of Medical and Biological Informatics*. vol. 4, p. 417-424, 2009.
- [5] F. Laamarti, M. Eid, and A. E. Saddik, “Review Article An Overview of Serious Game.” *International Journal of Computer Games Technology*, p. 1-15, 2015.
- [6] N. A. M. Zin, A. Jaafar, and W. S. Yue, “Digital game-based learning (DGBL) model and development methodology for teaching history.” *WSEAS transactions on computers*, 8(2), 322-333, 2009.
- [7] Sumi. *Software Usability Measurement Inventory*©. <http://sumi.uxp.ie/>, 2017.