

Avaliação de Usabilidade de um Jogo Sério para o Ensino de Anatomia

Karolini Rodrigues da Conceição¹

Robson Rodrigues Lemos²

Cristiane Meneghelli Rudolph³

Patricia Jantsch Fiuza⁴

RESUMO

No projeto de tecnologias interativas educacionais é possível encontrar grandes oportunidades de inovação no ensino de ciências da saúde. Este trabalho tem como objetivo apresentar a avaliação de usabilidade de um jogo sério desenvolvido para estudar a anatomia do membro inferior do esqueleto humano. Para tal realizou-se estudos de caso para alunos do curso de Fisioterapia nas disciplinas de Anatomia I e II através de técnicas de avaliação de usabilidade da área de pesquisa de Interação Humano Computador. A partir dos resultados obtidos com o estudo 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: Jogos Sérios. Anatomia Virtual. Tecnologias Educacionais.

1. Introdução

O uso de jogos no contexto educacional pode ser denominado como jogos sérios, e normalmente tem como finalidade o aprendizado (BIRKENBUSCH e CHRIST, 2013). Com o desenvolvimento de novas tecnologias, os jogos se tornaram um aliado para a sala de aula, permitindo que o ambiente educacional saia do ensino tradicional e passe a funcionar dentro da informação. Logo, o uso de jogos para treinar, aprender e executar atividades reais em ambientes virtuais pode melhorar o desempenho dos estudantes, pois possibilita a vivência de experiências de aprendizagem produzidas individualmente de acordo com o estilo do estudante (PRIKLADNICKI e WANGENHEIM, 2008).

Focando no âmbito da saúde há uma grande oportunidade de incorporar o uso de jogos nas disciplinas de anatomia humana, servindo como um recurso facilitador para a aprendizagem dos estudantes. Desse modo, através da combinação de modelos geométricos da anatomia humana com software personalizado pode-se proporcionar aos alunos novas formas de interagir com a anatomia que não poderiam ser alcançadas através de imagens estáticas e modelos anatômicos tradicionais (MA *et al.*, 2012). O estudo de anatomia Revista Tecnologias na Educação – Ano 9 – Número/Vol.21 – Edição Temática V– Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais (SITED 2017). tecnologiasnaeducacao.pro/tecedu.pro.br

incluindo a interpretação tridimensional (3D) dos relacionamentos entre estrutura e função representa um componente fundamental no ensino de diversas áreas da ciência da saúde e esporte (ALLEN *et al.*, 2016) (BROWN *et al.*, 2012).

2. Embasamento Teórico

Atualmente existem uma gama de aplicações que se caracterizam como jogos sérios. Focando no campo da anatomia humana apresentando informações gerais de todos sistemas do corpo humano, dois ambientes podem ser destacados: O ambiente virtual “Humano Digital” (do inglês *Biodigital Human*[®]) (BIODIGITAL, 2017), e o “Mapas do Corpo” (do inglês *BodyMaps*[®]) (HEALTHLINE, 2017).

Neste estudo é apresentado um ambiente virtual voltado para o ensino de anatomia do membro inferior do esqueleto humano. Para tal desenvolveu-se o jogo sério intitulado EducaAnatomia3D, que visa auxiliar no ensino dos estudantes da área da saúde. O projeto do jogo digital foi realizado em parceria com especialistas em Anatomia Humana que auxiliaram na identificação e adição de conceitos importantes dentro do contexto do estudo de anatomia para auxiliar no entendimento da estrutura e função do membro inferior, tais como conceitos associados a representação tridimensional da posição dos acidentes ósseos. Do melhor de nosso conhecimento, ambientes virtuais de propósito geral de ensino de anatomia (BIODIGITAL, 2017) (HEALTHLINE, 2017) não incluem a representação tridimensional da posição dos acidentes ósseos e a possibilidade de estudar em um ambiente virtual interativo estes conceitos representa um componente inovador no projeto do jogo.

No curso de Fisioterapia o estudo do membro inferior humano é realizado na disciplina de Anatomia I. Para tal organizou-se estudos de caso para alunos do curso de Fisioterapia nas disciplinas de Anatomia I e II para a utilização do jogo sério antes dos alunos terem estudado o assunto em sala de aula (de uma forma tradicional), no caso da disciplina de Anatomia I, e depois de terem estudado o assunto em sala de aula, no caso da disciplina de Anatomia II através de técnicas de avaliação de usabilidade encontradas na área de pesquisa em Interação Humano Computador (IHC).

Com o intuito de investigar a relevância de jogos sérios para o ensino de anatomia do membro inferior do esqueleto humano desenvolveu-se o jogo sério EducaAnatomia3D, para que assim possa se responder a seguinte questão de pesquisa através do uso de técnicas de avaliação: jogos sérios para o ensino virtual interativo de anatomia são relevantes no processo de aprendizagem de conceitos associados a função e estrutura de ossos?

3. Metodologia

A metodologia utilizada consiste de uma pesquisa aplicada e tecnológica. A avaliação do jogo sério no ambiente de ensino foi realizada através de um estudo de caso com alunos da disciplina de Anatomia I e II do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Com o objetivo de verificar se as interfaces de interação, tais como as interfaces para apresentação e fixação do conteúdo de anatomia, são atrativas e de fácil utilização por parte dos usuários, decidiu-se utilizar técnicas de avaliação de usabilidade encontradas na área de Interação Humano Computador (IHC). E, para análise de dados utilizou-se uma análise descritiva a partir dos resultados obtidos com questionários de satisfação.

3.1. Participantes

Alunos do curso de Fisioterapia participaram do estudo de caso. Para a disciplina de Anatomia I a participação foi de 37 alunos sendo 27 mulheres e 10 homens. Para a disciplina de Anatomia II a participação foi de 23 alunos sendo 18 mulheres e 5 homens. Nas turmas de Anatomia I e II, a maioria dos estudantes possui nível de experiência com jogos sérios ou ambientes educacionais virtuais considerado como iniciante e com idade variando entre 16 e 52 anos. A professora da disciplina também participou a qual tem experiência extensiva no ensino de Anatomia e titulação a nível de doutorado.

3.2. O Jogo Sério EducaAnatomia3D

Para o desenvolvimento do projeto adotou-se o Unity 3D[®], na sua versão 5.3.4, utilizando a linguagem C# para a elaboração dos comportamentos associados ao jogo [UNITY, 2017] e a metodologia Aprendizagem Baseada em Jogo Digital (do inglês *Digital Game-based Learning* - DGBL) (ZIN *et al.*, 2009), que segundo 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 a apresentação do conteúdo do estudo. E, a segunda parte corresponde a apresentação de técnicas de aprendizagem para fixação do conteúdo.

A interface para o modo de apresentação do conteúdo do jogo sério permite a visualização e seleção da representação geométrica da anatomia que representa o membro inferior do esqueleto humano (Figura 1). Ao acionar o mouse em uma parte específica do membro inferior, o objeto 3D selecionado será exibido com uma cor destacada e os outros objetos 3D serão exibidos fazendo uso de recursos de transparência. A partir da seleção do objeto é apresentado na interface o conteúdo da disciplina de anatomia referente ao osso

selecionado. Uma característica única do jogo sério é sua capacidade de capturar conceitos essenciais no estudo do membro inferior do esqueleto humano a nível de graduação em ciências da saúde tais como, a localização dos acidentes ósseos. Para tal foi adicionado na representação geométrica da anatomia com o auxílio de anatomistas a localização de cada acidente ósseo do membro inferior. A localização do acidente ósseo é representada por uma esfera 3D do mesmo modo que, a partir do posicionamento do cursor do mouse em uma esfera em particular, o nome do acidente ósseo é exibido. A localização dos acidentes ósseos é importante para o entendimento por parte dos alunos da função e estrutura dos ossos e da posição de origem dos músculos e inserção dos tendões os quais são responsáveis pela movimentação do esqueleto humano (DANGELO e FATTINI, 2007) (Figura 1).

Após a fase de apresentação do conteúdo de estudo o usuário poderá testar seus conhecimentos respondendo a questionários na fase de fixação do conteúdo (Figura 2). Para a realização deste, o jogo levará o usuário a uma interface na qual será apresentada uma roleta para sorteio de uma região alvo do membro inferior (e.g., quadril, coxa, perna e pé).



Figura 1: Fase de apresentação do conteúdo. Localização dos acidentes ósseos.

A partir do sorteio com a roleta digital, o usuário iniciará o questionário em relação a região selecionada (Figura 2). As perguntas são itens chaves para propor desafios no jogo. A cada pergunta respondida o ambiente de jogo apresentará uma mensagem quanto a resposta do usuário. Após a finalização do questionário são apresentados os resultados dos acertos e erros referente as questões respondidas.



Figura 2: Fase de fixação do conteúdo. Região da perna.

3.3. Projeto para Avaliação de Usabilidade

A partir da apresentação do jogo sério EducaAnatomia3D em um laboratório de informática, solicitou-se aos alunos a assinatura no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e posteriormente realizou-se a aplicação do jogo com os alunos. Por fim, os alunos e a professora realizaram o preenchimento de um questionário de satisfação para a avaliação de usabilidade do jogo sério.

3.4. Instrumentos para Avaliação de Usabilidade

Para medir a qualidade de interação do usuário com a interface foi realizado testes de usabilidade a partir da elaboração de questionários de satisfação. O questionário de satisfação foi elaborado com base nos cinco fatores sugeridos pelo questionário SUMI[®] (do inglês *Software Usability Measurement Inventory*) (SUMI, 2017). Os cinco fatores de usabilidade buscam informações do usuário, no que diz respeito: a satisfação, o controle que o ambiente proporciona, a aprendizagem, a eficiência, e a ajuda da interface. Dentro deste contexto, o questionário de satisfação para os estudantes foi elaborado, totalizando 12 afirmativas em que o usuário deve se posicionar de forma positiva, com incerteza ou negativa, 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 professora fornecem a sua opinião em relação a interface de interação.

Tabela 1: Questões do questionário de satisfação.

	QUESTÕES	1	2	3	4	5
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 membro inferior humano 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 do membro inferior humano 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 do membro inferior humano.					
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 do membro inferior através de questionários.					

4. Análise e Discussão dos Dados

Na análise descritiva foram investigados os resultados obtidos com a avaliação para os estudantes e para a professora da disciplina de Anatomia I e II. Para o questionário de

satisfação realizado para os estudantes e a professora foram adotados 5 fatores de usabilidade. Os fatores de usabilidade adotados, correspondentes as questões apresentadas na Tabela 1, são as 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.

Os resultados do questionário de satisfação para os estudantes de Anatomia I e II são apresentados na Figura 3. Para Anatomia I, em relação à média dos fatores de usabilidade obtidos o destaque com maior média dos resultados ficou para a categoria Aprendizagem apresentando 4,37. Em seguida a categoria Controle que o Ambiente Proporciona com média de 4,24, categoria Eficiência com 4,10, categoria Satisfação com média 3,73 e por fim, a categoria Ajuda da Interface com 3,62. Já, para Anatomia II, em relação à média dos fatores de usabilidade obtidos o destaque com maior média dos resultados ficou para a categoria Controle que o Ambiente Proporciona apresentando 4,63. Em seguida a categoria Aprendizagem com média de 4,39, categoria Eficiência com 4,14, categoria Ajuda da Interface com média 3,96 e por fim, a categoria Satisfação com 3,75.

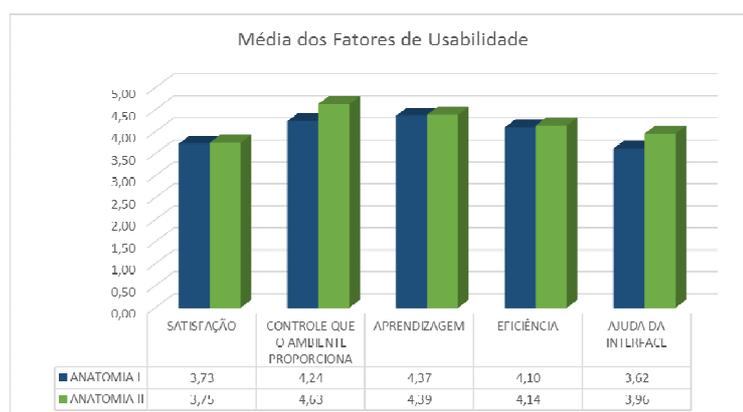


Figura 3: Médias dos fatores de usabilidade obtidos para Anatomia I e II.

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

- **Questão 1: Benefícios ou vantagens de se utilizar o jogo?** **(i) Anatomia I:** Os principais benefícios citados foram que o jogo permite a apresentação do conteúdo, incluindo representações de ossos 3D de uma forma interativa, dinâmica e virtual. **(ii) Anatomia II:** Os principais benefícios citados foram que o jogo se caracteriza como uma forma dinâmica e interativa para o aprendizado, além de destacarem que o jogo sério contribui para a fixação do conteúdo como estruturas ósseas, acidentes ósseos e definições, de uma forma lúdica facilitando o estudo. **(iii) Professora:** A principal

observação foi que aluno tem a oportunidade de estudar em outros ambientes sem necessariamente precisar estar em sala de aula ou laboratório.

- **Questão 2: Dificuldades ou desvantagens de se utilizar o jogo? (i) Anatomia I:** As principais dificuldades citadas foram na visualização de incisuras e acidentes ósseos e no entendimento de algumas perguntas apresentadas na fase de fixação do conteúdo. **(ii) Anatomia II:** As principais dificuldades citadas foram na localização de alguns dos acidentes ósseos durante a interação com os objetos 3D e em relacionar algumas estruturas citadas no texto com a sua localização nos objetos 3D. **(iii) Professora:** Já, a professora descreveu que a única dificuldade maior observada foi na definição dos acidentes ósseos que em alguns momentos se confundem.
- **Questão 3: Quais são as suas sugestões de melhoria para o jogo? (i) Anatomia I:** Quanto a sugestões de melhoria os estudantes citaram que seria interessante, por exemplo disponibilizar o jogo sério na Web, adicionar mais questões relacionadas aos acidentes ósseos e adicionar notas de avaliação ao final do jogo. **(ii) Anatomia II:** Quanto a sugestões de melhoria os estudantes citaram que seria interessante, por exemplo colocar o texto da descrição do conteúdo em tópicos, e indicar nos objetos 3D a estrutura citada no texto no momento da leitura, adicionar mais acidentes ósseos na parte de apresentação do conteúdo, adicionar mais perguntas no questionário na parte de fixação do conteúdo e permitir a localização de estruturas mais complexas do membro inferior do esqueleto humano. **(iii) Professora:** E, por fim a professora mencionou que seria interessante, por exemplo a inserção de mais detalhamento no texto para os acidentes ósseos, inserção de um número maior de acidentes ósseos e inclusão de um número maior de questões afim de evitar repetição das mesmas.

5. Conclusões

O jogo sério EducaAnatomia3D visa facilitar o ensino de Anatomia, permitindo uma nova forma de auxílio para estudos e testes do conhecimento nesta área. Existem jogos sérios e ambientes virtuais disponíveis na literatura para o ensino e aprendizagem da disciplina de Anatomia (BIODIGITAL, 2017) (HEALTHLINE, 2017). No entanto, a abordagem no projeto de jogos sérios e dos ambientes virtuais para o ensino da Anatomia Humana encontrado na literatura apresentam normalmente diversos sistemas do corpo humano do ponto de vista de um atlas 3D.

O estudo desenvolvido para o jogo sério permitiu com o auxílio de especialistas em Anatomia Humana explorar informações importantes no entendimento da função e estrutura

dos ossos através do detalhamento das informações associadas aos acidentes ósseos. Desta forma, o jogo sério apresenta um componente inovador no projeto de jogos sérios possibilitando alunos de ciências da saúde fazer uso de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem onde a apresentação e a fixação do conteúdo de estudo levam em consideração conceitos associados a função e estrutura dos ossos. No geral a aplicação recebeu na avaliação de usabilidade uma pontuação satisfatória e sugestões interessantes para possíveis melhorias para tornar a experiência para os estudantes mais completa e interessante. Assim sendo, o jogo sério EducaAnatomia3D demonstrou-se relevante como parte do processo de aprendizagem de conceitos associados a função e estrutura de ossos.

Observou-se, a partir da análise dos resultados da utilização do jogo sério por parte do grupo de alunos de Anatomia I, ou seja, antes da apresentação do conteúdo em sala de aula, que o jogo sério auxiliou a introduzir os conceitos a respeito da anatomia do membro inferior e auxiliou os alunos novatos a entender o relacionamento tridimensional (3D) dos acidentes ósseos com regiões do membro inferior. Por fim, observou-se que a utilização do jogo sério por parte do grupo de alunos de Anatomia II, ou seja, depois da apresentação do conteúdo em sala de aula, o jogo sério auxiliou na fixação do conteúdo e a despertar o interesse no sentido de procurar ambientes virtuais interativos para complementar os estudos na área de ciências da saúde.

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

6. Referências Bibliográficas

ALLEN, L.K.; EAGLESON, R.; DE RIBAUPIERRE, S. Evaluation of an online three-dimensional interactive resource for undergraduate neuroanatomy education. **Anatomical Sciences Education**, v. 9 n. 5, p. 431-439, 2016.

BIODIGITAL. Biodigital Human[©]. Disponível em: <<https://www.biodigital.com/about>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

BROWN, P.M.; HAMILTON, N. M.; DENISON, A.R. A novel 3D stereoscopic anatomy tutorial. **Clinical Teacher**, v. 9, n. 1, p. 50-53, 2012.

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

BIRKENBUSCH, J.; CHRIST, O. Concepts behind Serious Games and Computer-Based Techniques in Health Care: Immersion, Presence, Flow. In: BREDL, Klaus; BÖSCHE, Wolfgang. **Serious games and virtual worlds in education, professional development, and healthcare**. Karlsruhe: Igi Global, 2013. p. 1-14.

HEALTHLINE. Human Body Maps[®]. Disponível em < <http://www.healthline.com/human-body-maps> >. Acesso em: 15 mar. 2017.

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

PRIKLADNICKI, R.; WANGENHEIM, C.G. O Uso de jogos educacionais para o ensino de gerência de projetos de software. In: **FÓRUM DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE SOFTWARE**, 1., Fortaleza. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: PUC, 2008.

SUMI. Software Usability Measurement Inventory[®]. Disponível em: < <http://sumi.uxp.ie/>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

UNITY. Unity Game Engine[®]. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

ZIN, N. A. M., JAAFAR, A., YUE, W. S. Digital Game-based learning (DGBL) model and development methodology for teaching history. **WSEAS Transactions on Computers**. v. 8, n. 2, p.322-333, 2009.

Recebido em Outubro 2017

Aprovado em Outubro 2017