

Anatomy, um jogo sério para o aprendizado de anatomia: desenvolvimento e validação.

Autor (omitido para revisão)

Email (omitido para revisão)
Unidade (omitida para revisão)

Coautor (omitido para revisão)

Email (omitido para revisão)
Unidade (omitida para revisão)

Resumo – Objetivos: Desenvolver, validar e investigar a usabilidade de um jogo sério para o estudo de Anatomia Humana. **Métodos:** O Anatomy foi projetado para ser um jogo do estilo pergunta-resposta abordando conteúdos do sistema ósseo com *feedback* imediato quanto a assertividade. Para a validação foram realizados testes de validação funcional e estrutural (Caixa Preta e Caixa Branca) e a sua usabilidade foi testada por meio da escala *System Usability Scale* (SUS). **Resultados:** Participaram do estudo 5 profissionais de desenvolvimento de softwares. Os testes de validação verificaram a ausência de inconsistências lógicas ou de erros no sistema. De acordo com a escala SUS, o jogo foi classificado como “Melhor Imaginável”, com *score* de 91 (100 o máximo). Os componentes de qualidade “facilidade de aprendizagem” e “memorização”, “satisfação do usuário”, “minimização de erros” também tiveram *scores* classificados como “Melhor Imaginável”. **Conclusão:** O Anatomy pode ser uma ferramenta útil e motivadora para o estudo de Anatomia, mais estudos são necessários para quantificar seu impacto no desempenho acadêmico dos estudantes.

Palavras- chave: Jogo. Anatomia. Usabilidade. Validação.

Introdução

Uma das matérias fundamentais para o aprendizado de conteúdos relacionados aos cursos da área da saúde é a Anatomia Humana, embora esta seja uma disciplina considerada como pré-requisito para o entendimento de outras, os estudantes enfrentam desafios para alcançar a expertise necessária para a sua compreensão (ARRUDA e SOUSA, 2013)

Alguns dos desafios relacionados à aprendizagem da Anatomia são o conteúdo extensivo para intervalos de tempo determinados, a dificuldade em memorização de nomes e estruturas e um protocolo metódico e repetitivo que os estudantes consideram pouco atrativo (SALBEGO *et al.*, 2015)

Uma opção para o auxílio e otimização do aprendizado de Anatomia no ensino superior é a gamificação de parte do processo pedagógico. Neste contexto os jogos sérios são uma alternativa viável, já que podem ser criados com fins específicos e desempenham essas finalidades em um ambiente de entretenimento para o usuário (ANYANWU, 2014).

Na revisão sistemática conduzida por Van Gaalen *et al* (2021) foi verificado que os resultados da aprendizagem podem ser otimizados quando aplicados os conceitos de gamificação.

Considerando as particularidades na grade de ensino das instituições, tendo em vista que

cada faculdade/universidade tem uma certa diferença na abordagem da matéria de anatomia para elaboração de seus currículos, é necessário considerá-la para a demanda de elaboração de uma ferramenta de apoio. Desta forma, a proposta deste estudo foi desenvolver em caráter colaborativo (desenvolvedores, especialistas da área e alunos de graduação) um jogo para dispositivos móveis para a complementação do ensino de Anatomia Humana.

Objetivos

O objetivo principal deste estudo foi desenvolver um jogo sério para dispositivos móveis (compatível com sistema *Android*) para auxiliar o ensino de Anatomia. Os objetivos específicos foram testar e validar o jogo desenvolvido e verificar sua usabilidade de acordo com a opinião de desenvolvedores de *softwares* biomédicos.

Métodos

Desenvolvimento do Jogo

O jogo foi desenvolvido no Núcleo de Pesquisa e Tecnologia da Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil. A proposta era desenvolver um jogo que auxiliasse o estudo do tema Anatomia que seria de fácil acesso às pessoas.

Foi confeccionado para sistema *Android*, pois é o mais utilizado pelos brasileiros (SILVA e SANTOS, 2014).

Para o desenvolvimento do jogo foram utilizados os softwares: *Microsoft Power Point*, *Gimp* e *Unity*. As imagens foram coletadas do site *Unsplash* e as ilustrações anatômicas foram coletadas do site *Anatomy and Physiology* (OpenStax).

A priori foram estabelecidos de forma arbitrária conteúdos básicos relacionados a princípios básicos de Anatomia. Foi determinado que o jogo deveria simular uma situação de teste para os universitários, para que fossem estimuladas competências que favoreçam o aprendizado e memorização dos conteúdos abordados, a simulação de testes/problemas permitem um estímulo cerebral mais ativo que a leitura e favorece o aprendizado do estudante (MORAES e MANZINI, 2006). Para este protótipo inicial foi realizado questões de identificação dos ossos do esqueleto axial (crânio e tórax) e questões do modo alternativa (figura 3) abordando conteúdos gerais sobre a teoria sobre o sistema ósseo (tipos de células, suas funções e classificação de ossos). Foi criado um fluxograma para ilustrar de forma resumida as interações do sistema (Figura 1).

O jogo foi criado com duas modalidades de teste: Identificação e Alternativa. No modo de identificação o usuário verá uma imagem com estruturas anatômicas, sendo uma destacada em tonalidade distinta das demais e deve ser identificado qual estrutura está sendo destacada, na interface são dispostas 4 opções de resposta para a escolha do usuário. Na modalidade Alternativa o usuário é exposto a questões de cunho teórico e tem 4 alternativas de possíveis respostas corretas. A cada partida a disposição e ordem das questões é alterada de forma aleatória.

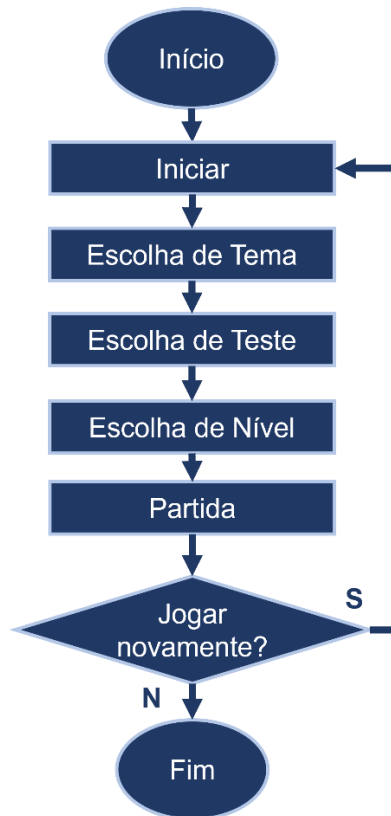


Figura 1. Fluxograma

Quando o usuário escolhe uma alternativa ela é imediatamente validada como correta ou incorreta, caso ela seja a correta, haverá uma mudança na cor para uma tonalidade esverdeada, caso contrário ela é tonalizada para vermelho. Após responder uma questão, o sistema redireciona randomicamente para uma outra questão do sistema, porém a disposição das alternativas também é randomizada mudando a cada questão respondida.

Funcionamento do jogo

Ao executar o aplicativo o usuário será direcionado a tela de início, que contém dois botões: um de inicialização e outro de ajuda (Figura 2.A). Ao clicar no botão de inicialização o usuário será direcionado para a seleção de Tema (2.C) (neste primeiro teste está liberado para interação apenas o sistema ósseo), após a seleção será levado a escolher o tipo de questionário (2.B) e ao nível de dificuldade (2.D), e pôr fim ao jogo, caso clique no botão de ajuda ele será direcionado a uma tela com instruções sobre o funcionamento do jogo.

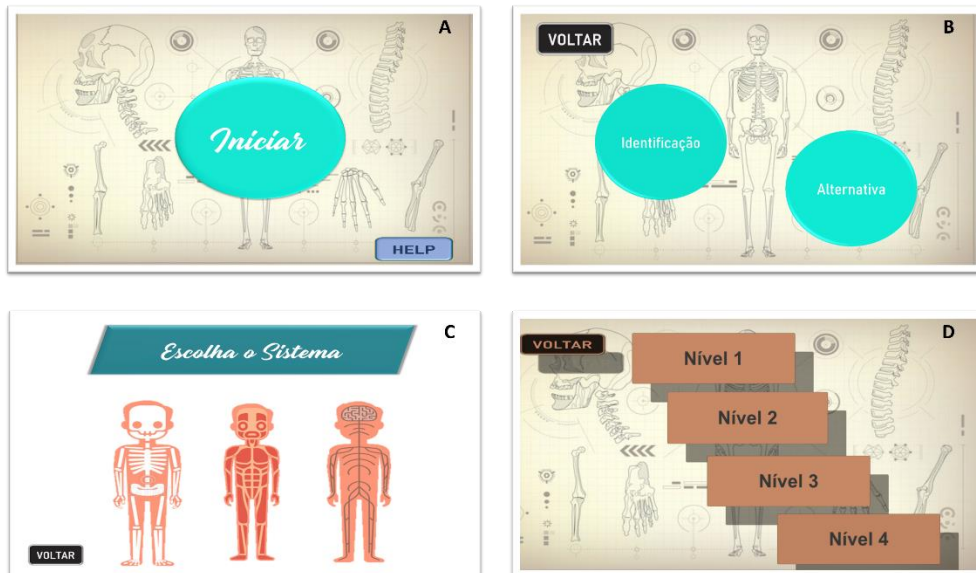


Figura 2. Telas do jogo- 2.A tela inicial, 2.B tela de escolha de tipo de teste, 2.C tela de escolha de sistema, 2.D tela de escolha nível de dificuldade.

A interface das questões de uma mesma modalidade é similares entre si independente da dificuldade (Figura 3). Os testes de alternativas contêm um enunciado na parte superior e quatro alternativas, e no caso das questões de identificação há um breve enunciado na parte superior, e uma imagem que ilustra a localidade a ser identificada contendo as alternativas no canto medial esquerdo. Em todas as telas foi inserido um botão de retorno para tela de seleção de tema.



Figura 3. Telas dos módulos de Alternativa e Identificação (respectivamente)

Testes de validação

Foram utilizados os testes Caixa Branca e Caixa Preta para validação do sistema (BARBOSA *et al.*, 2000). O teste de Caixa Branca ou teste estrutural é realizado para verificar a estrutura interna do sistema, avaliando se suas funções estão implementadas corretamente. Para a

testagem estrutural foi observado e anotado se haviam quaisquer anomalias no console do *software* de desenvolvimento do jogo durante sua execução.

No teste Caixa Preta ou teste funcional procura-se avaliar a validação do sistema de acordo com requisitos funcionais. São testadas de forma sistemática as interações do sistema, sendo observado e registrado se elas cumprem ou não com comportamentos propostos para seu funcionamento.

Teste de Usabilidade

A usabilidade do sistema foi avaliada com a *System Usability Scale* (SUS) (PADRINI-ANDRADE *et al.*, 2019) que é um instrumento validado para quantificar a relação do usuário com um sistema e o classifica em intervalos quantitativos pré-determinados. A escala SUS contém 10 afirmativas (Figura 4) e o voluntário determina o seu grau de concordância com a sentença indo desde “discordo totalmente” a “concordo totalmente”, essas opções de concordância são determinadas numericamente de 1-5. A classificação na escala SUS segue a lógica: para as questões ímpares o valor obtido de cada resposta é decrescido de uma unidade, e para as questões pares é fixado o valor 5 e então é decrescido o valor obtido de cada resposta. Então é somado cada valor obtido de cada item e por fim este valor é multiplicado por 2,5. O valor final é analisado e enquadrado dentro dos intervalos de classe da escala (0-20,5 pior imaginável; 21-38,5 pobre; 39-52,5 mediano; 53-73,5 bom; 74-85,5 excelente; 86-100 melhor imaginável). Além da avaliação convencional da usabilidade serão avaliados os componentes de qualidade propostos por Tenório *et al.*, (2011) no qual as questões 3, 4, 7 e 10 correspondem a facilidade de aprendizagem com o sistema, as questões 5, 6 e 8 indicam a eficiência do sistema, a questão 2 memorização, a questão 6 minimização de erros e as questões 1, 4 e 9 correspondem a satisfação com o sistema.

Questões <i>System Usability Scale</i>	
1.	Acho que gostaria de utilizar este jogo com frequência
2.	Considerarei o jogo mais complexo que o necessário
3.	Achei o jogo fácil de utilizar
4.	Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este jogo
5.	Considerarei que as várias funcionalidades deste jogo estavam bem integradas
6.	Acho que o jogo tinha várias inconsistências
7.	Suponho que a maioria das pessoas aprenderia rapidamente a utilizar este jogo
8.	Considerarei o jogo muito complicado
9.	Me senti confiante em jogar
10.	Tive de aprender muito antes de conseguir utilizar o jogo

Figura 4. Questões da Escala *System Usability Scale* (SUS)

Participantes

Os critérios de inclusão para participar do estudo foram: Idade entre 18-40 anos, ter experiência na área de desenvolvimento de *softwares* e ter tido experiência prévia com aulas de Anatomia Humana. O voluntário poderia ser excluído do estudo caso apresentasse doença ou condição prévia que afetasse as condições motoras e visuais. De acordo com a normativa de resolução do Conselho Nacional de Saúde Nº 510, de 7 de abril de 2016, pesquisas de opiniões com de indivíduos não identificados não necessitam submissão ao Comitê de Ética e Pesquisa.

Procedimentos

Para o recrutamento dos voluntários foi realizada a exposição do projeto a candidatos em potencial abordando o contexto e os protocolos a serem realizados, caso o voluntário aceitasse seria combinado local e horário da coleta de dados. Os participantes foram alocados a um ambiente controlado (luminosidade e som). A avaliação aconteceu com o voluntário em sedestação na frente de uma mesa com apoio. Para a realização do teste o jogo foi baixado em um celular com sistema operacional *Android*. Foram dadas instruções gerais sobre o jogo, sua finalidade e a de sua forma de interação. Os voluntários jogaram as duas modalidades do jogo, e os quatro níveis de dificuldade que as abrangiam, após finalizado o teste do jogo, eles responderam de forma secreta aos questionários pelo Google Forms.

Análise de Dados

Os dados foram analisados com ferramentas da estatística descritiva: média, frequência e desvio padrão. Para padronização no tratamento dos dados foram adotados valores numéricos com duas casas decimais.

Resultados

Validação

Após a conclusão do jogo foram realizados os testes de validação. No teste Caixa Branca avalia se a lógica da linguagem de programação está coerente, no teste não houve nenhuma apresentação de erro ou incoerência. Como verificado no ícone console, ilustrado na Figura 5.

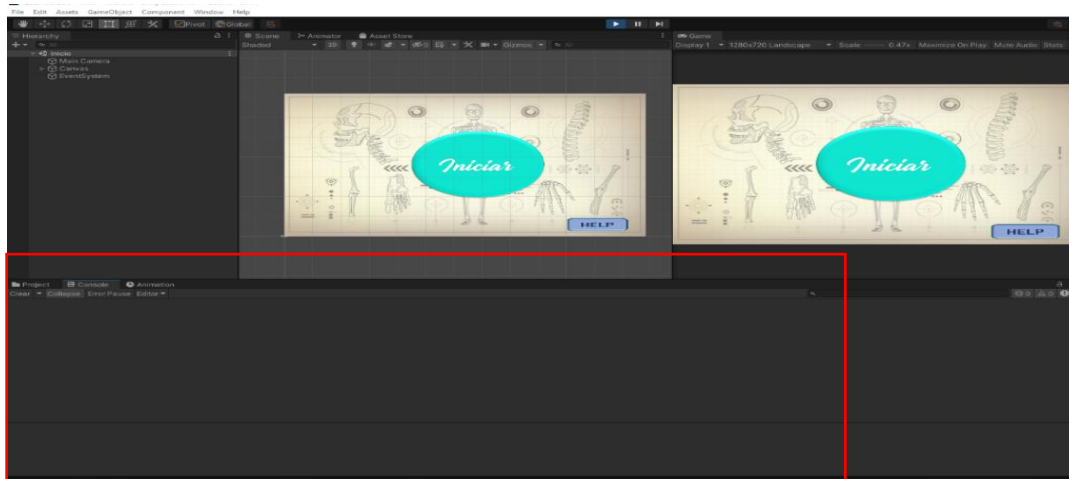


Figura 5. Ausência de notificação de erros no Console Unity

O teste de Caixa Preta também não apresentou nenhuma irregularidade ou inconsistência para os comportamentos esperados pelo jogo (Quadro 1). Falta a ação de comportamento do sistema.

Ação	1	2	3	4	5	6	7
Pressionar ícone "Iniciar"	Sim						
Pressionar botão escolha de tema		Sim					
Pressionar algum botão de modalidade de teste			Sim				
Escolher nível de dificuldade				Sim			
Finalizou a quantidade de questões do nível					Sim		
Acertar questão						Sim	
Pressionar o botão de "Voltar"							Sim
Comportamento esperado	Iniciou o jogo?	Selecionou um sistema?	Selecionou um teste?	Iniciou a partida?	Foi mostrado o score?	Alternativa escolhida ficou verde?	Retornou à tela anterior?
Saída Esperada	Iniciar o jogo	Sistema selecionado	Teste selecionado	Partida Iniciada	Mostrar a pontuação	Alternativa ficou verde	Retornar à tela anterior

Quadro 1. Esquematização do teste Caixa Preta

Usabilidade e componentes de qualidade

O estudo contou com uma amostra de conveniência com 5 profissionais da área de desenvolvimento de *software* biomédicos. A média de idade dos voluntários foi 28,8 anos ($\pm 5,93$).

A usabilidade do jogo avaliada pela escala SUS apresentou um *score* de 91, que se enquadra no intervalo de classe de 86-100, o que o classifica como Melhor Imaginável. Na figura 6 é ilustrado os resultados da avaliação de usabilidade por cada questão, todos os itens obtiveram *scores* iguais ou superiores a excelentes. Dos 10 itens, 3 foram avaliados com a mensuração de excelente e 7 com mensuração de melhor imaginável. O melhor *score* foi relacionado à

interpretação se o jogo era complexo em sua utilização e 100% dos voluntários discordaram integralmente de tal hipótese.

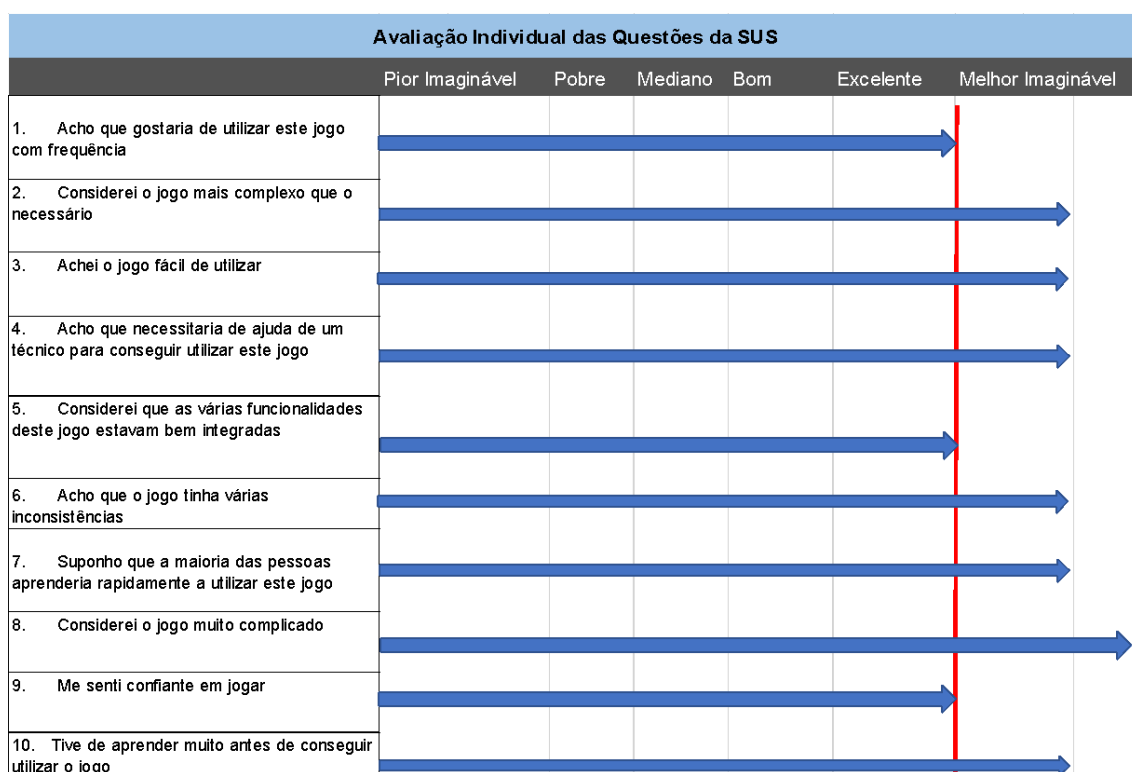


Figura 6. Avaliação da Usabilidade: Scores individuais de cada questão

Quanto à avaliação dos componentes de qualidade, todos (facilidade de aprendizado, eficiência do sistema, facilidade de memorização, minimização de erros e satisfação com o sistema) foram classificados no intervalo de Melhor Imaginável. A variou entre a pontuação mais elevada de 93,75 relacionada a facilidade de aprendizado e a menor de 88,33 para a satisfação com o sistema.

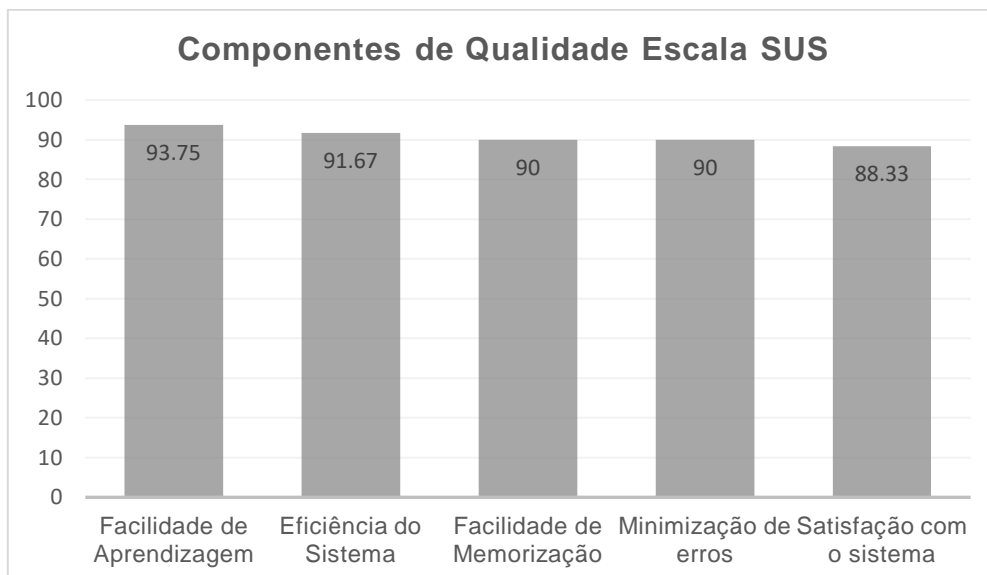


Figura 6. Componentes de Qualidade Escala SUS

Discussão

No presente estudo foi desenvolvido um jogo compatível com sistema *Android*, tendo em vista a acessibilidade dos celulares e a possibilidade de usabilidade em qualquer local. No estudo realizado por Salbego *et al.*, (2015), os universitários relataram que umas das dificuldades das aulas práticas era o acesso limitado ao laboratório e o estado de conservação das peças na instituição, embora o jogo não substitua a experimentação prática ele pode fornecer um ambiente de estudo interativo que poderia trazer competências que iriam fortalecer o aprendizado convencional.

Os testes de validação verificaram que o jogo não dispõe de erros de lógica e de funcionalidade, tal requisito é importantíssimo para experiência do usuário, pois inconsistências no sistema diminuem a adesão do usuário ao jogo (BARBOSA *et al.*, 2000; SOUZA, SILVA e VAN AMSTEL, 2022)

A usabilidade do jogo avaliada através da escala SUS verificou que o jogo pode ser considerado como “Melhor Imaginável” segundo os profissionais. Esse é um indicativo que o Anatomy pode ser uma ferramenta útil e viável para o estudo de Anatomia Humana. Assim como indicado pela revisão de Chytas, Piagkou e Natsis,(2022) , verificou-se que a implementação de estratégias educacionais associadas à gamificação pode desempenhar a otimização na performance dos estudantes.

A facilidade do sistema foi bem avaliada tanto nos critérios de facilidade de aprendizado do sistema com os componentes de qualidade tanto individualmente através da afirmativa 8 da escala SUS, “Considerarei o jogo muito complicado”, todos os voluntários discordaram integralmente desta afirmativa. A prerrogativa de facilidade de uso é essencial para usabilidade e adesão ao dispositivo. Indo ao encontro do estudo de Burlson e Olimpo, (2016) que implementou um jogo para estudo da terminologia de Anatomia Humana e Fisiologia e

demonstrou que a ferramenta além de ser satisfatória e útil aos estudantes era acessível e facilmente adaptável a outras temáticas da área.

A facilidade de memorização foi classificada como Melhor Imaginável assim como a satisfação do usuário com o jogo. Tais indicativos quando cumpridos podem motivar o usuário a utilizar o sistema com frequência, deste modo quando trazido à luz do ensino, pode expor os universitários a mais tempo ao conteúdo requisitado no currículo. Além de possibilitar uma melhora no rendimento escolar pode criar uma rotina de estudo frequente que beneficiaria o aluno em várias situações acadêmicas além da especificada pelo jogo (MALLMANN, NASU e DOMINGUES, 2021).

O presente estudo contou com algumas limitações que devem ser consideradas e sanadas nas próximas etapas relacionadas a validação do Anatomy. A amostra embora especializada era limitada, sendo necessário estudos com amostras numericamente maiores. Além disso, é necessário verificar a capacidade de retenção por tempo exposto ao jogo, ou seja, quanto de informação é preservado com a interação do jogo e quando tempo essa aquisição é mantida após retirado o estímulo do jogo. Por fim, é necessário que o Anatomy tenha seu conteúdo expandido para abranger as grades comuns de cursos da área da saúde.

Considerações Finais

Foi desenvolvido o jogo Anatomy, um jogo do estilo pergunta-resposta para o estudo de Anatomia Humana. O jogo é compatível com dispositivos móveis com sistema operacional Android, o protótipo inicial é de uso livre e pode ser obtido com os autores do projeto.

O jogo foi classificado como “Melhor Imaginável” segundo a escala *System Usability Scale* avaliado por profissionais da área de desenvolvimento de softwares biomédicos. O jogo também foi classificado como “Melhor Imaginável” nos quesitos: Facilidade de entendimento e de memorização, Satisfação com o Jogo, Eficiência e Minimização de Erros.

O Anatomy pode ser uma ferramenta útil, de baixo custo e eficiente para o estudo de Anatomia Humana, entretanto são necessários estudos que quantifiquem seu grau de impacto no aprendizado dos alunos e comparem com estratégias não gamificadas.

Referências

ANYANWU, Emeka G. Anatomy adventure: a board game for enhancing understanding of anatomy. **Anatomical sciences education**, United States, v. 7, n. 2, p. 153–160, 2014. DOI: 10.1002/ase.1389.

ARRUDA, Rodrigo Moreira; SOUSA, Cintia Regina Andrade. Aproveitamento Teórico-Prático da Disciplina Anatomia Humana do Curso de Fisioterapia Students’ Theoretical-Practical Harnessing of the Subject of Human Anatomy in Physiotherapy Courses. **REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MÉDICA**, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 65–71, 2013.

BARBOSA, E. F.; MALDONADO, J. C.; VINCENZI, A. M. R.; DELAMARO, M. E.; SOUZA, S. R. S.; JINO, M. **Introdução ao Teste de Software Minicurso apresentado no SBES’2000 -- XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software**. Elsevier Brasil, , 2000.

BURLESON, Kathryn M.; OLIMPO, Jeffrey T. ClueConnect: a word array game to promote student comprehension of key terminology in an introductory anatomy and physiology course. **Advances in physiology education**, United States, v. 40, n. 2, p. 223–228, 2016. DOI: 10.1152/advan.00106.2015.

CHYTAS, D.; PIAGKOU, M.; NATSIS, K. Outcomes of the implementation of game-based anatomy teaching approaches: An overview. **Morphologie: bulletin de l'Association des anatomistes**, France, v. 106, n. 352, p. 8–14, 2022. DOI: 10.1016/j.morpho.2021.02.001.

DE SOUZA, Matheus Corrêa; E SILVA, Tiago Barros Pontes; VAN AMSTEL, Frederick M. C. Modificabilidade: a colaboração entre usuários e desenvolvedores como uma qualidade de projeto. *[S. l.]*, v. 2, n. 2002, p. 293–296, 2022. DOI: 10.5753/sbgames_estendido.2021.19654.

MALLMANN, Camila; NASU, Vitor; DOMINGUES, Maria José. Relação entre a leitura de livros e o desempenho acadêmico: análise com discentes de ciências sociais aplicadas. **Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade (REPeC)**, *[S. l.]*, v. 15, n. 2, p. 163–184, 2021. DOI: 10.17524/repec.v15i2.2751.

MORAES, Magali Aparecida Alves De; MANZINI, Eduardo José. Concepções sobre a aprendizagem baseada em problemas: um estudo de caso na Famema. **Revista Brasileira de Educação Médica**, *[S. l.]*, v. 30, n. 3, p. 125–135, 2006. DOI: 10.1590/s0100-55022006000300003.

PADRINI-ANDRADE, L.; DE CÁSSIA XAVIER BALDA, R.; BANDIERA-PAIVA, P.; DO VALE NUNES, M.; GUINSBURG, R.; TESTONI, D.; MENESES, J.; PERUSSI-E-SILVA, R.; BOMFIM, O. Avaliação da usabilidade de um sistema de informação em saúde neonatal segundo a percepção do usuário. **Scopus**, *[S. l.]*, 2019.

SALBEGO, Cléton; OLIVEIRA, Elaine Maria Dias De; SILVA, Márcia de Almeida Rosso Da; BUGANÇA, Paula Renata. Percepções Acadêmicas sobre o Ensino e a Aprendizagem em Anatomia Humana. **Revista Brasileira de Educação Médica**, *[S. l.]*, v. 39, n. 1, p. 23–31, 2015. DOI: 10.1590/1981-52712015v39n1e00732014.

SILVA, Marcelo Moro Da; SANTOS, Marilde Terezinha Prado. Os Paradigmas de Desenvolvimento de Aplicativos para Aparelhos Celulares. **T.I.S - Tecnologias, Infraestrutura e Software - UFSCar**, *[S. l.]*, v. 3, n. 2, p. 162–170, 2014. Disponível em: <http://revistatis.dc.ufscar.br/index.php/revista/article/view/86/80>.

TENÓRIO, Josceli Maria; SDEPANIAN, Vera Lúcia; PISA, Ivan Torres; BICZYK, Márcio; PÓS-GRADUAÇÃO, Programa De; FEDERAL, Universidade; PAULO, De São. Desenvolvimento e Avaliação de um Protocolo Eletrônico para Atendimento e Monitoramento do Paciente com Doença Celíaca. *[S. l.]*, p. 1–5, 2011.

VAN GAALEN, A. E. J.; BROUWER, J.; SCHÖNROCK-ADEMA, J.; BOUWKAMP-TIMMER, T.; JAARSMA, A. D. C.; GEORGIADIS, J. R. Gamification of health professions education: a systematic review. **Advances in Health Sciences Education**, *[S. l.]*, v. 26, n. 2, p. 683–711, 2021. DOI: 10.1007/s10459-020-10000-3. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10459-020-10000-3>.