

Uso de realidade virtual na avaliação de habilidades clínicas no ensino a prática médica

Lucas A. Pereira¹, Aline M. de Assis², Ana Paula Oliveira Rosses^{2,3},
Luciana P. Nedel¹, Rafael P. Torchelsen⁴

¹Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre – RS – Brasil

²Faculdade de Medicina

³Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia

⁴Programa de Pós-Graduação em Computação
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
Pelotas – RS – Brasil

{lapereira,nedel}@inf.ufrgs.br, rafael.torchelsen@inf.ufpel.edu.br,
alinemara355@gmail.com, anarosses@gmail.com

Abstract. *To train qualified healthcare professionals, extensive knowledge of clinical skills is necessary. This work presents a methodology for training and evaluating clinical skills using virtual reality. With the virtual patient, it is possible to conduct a patient evaluation, where the user can perform anamnesis physical examinations, request X-rays, and ultimately arrive at a diagnosis. Medical trainees evaluated this methodology, and the results indicate that the proposed training and assessment format is promising and could even be used to replace the Revalida exam as a means of verifying the medical training of doctors trained abroad.*

Resumo. *Para a formação de profissionais de saúde qualificados é necessário um amplo conhecimento em habilidades clínicas. Este trabalho apresenta uma metodologia de formação e avaliação das habilidades clínicas, fazendo o uso de realidade virtual, juntamente com o paciente virtual, é possível realizar um atendimento básico, no qual o usuário pode realizar a anamnese, exames físicos e solicitar radiografia, no fim é possível chegar em um diagnóstico. Essa metodologia foi avaliada por médicos em formação e os resultados indicam que a formação e avaliação médica no formato proposto é promissor e pode ser utilizado até mesmo para substituir o Revalida como forma de verificação da formação médica para médicos formados no exterior.*

1. Introdução

Para a formação de profissionais de saúde qualificados, é necessário um amplo conhecimento em habilidades clínicas, tais como a comunicação efetiva com o paciente e a precisão do exame físico, que corroboram para um diagnóstico precoce e um tratamento imediato. Para alcançar tal objetivo, é fundamental o exercício de tarefas que simulem situações clínicas desejáveis.

A utilização de pacientes reais no aprendizado das habilidades clínicas apresenta situações pontuais que podem fortalecer o aperfeiçoamento no campo prático, porém há certos inconvenientes que podem ser citados, como a possibilidade de acarretar desgaste e desconforto ao examinado. O Professor Howard S. Barrows, da Southern Illinois School of Medicine observou que pacientes podem se sentir desconfortáveis, mudando sua história e até simulando sinais involuntariamente, ou mesmo para favorecer ou prejudicar o estudante [Troncon 2007].

Além disso, a segurança do paciente é uma prioridade para a Organização Mundial da Saúde (OMS), que em 2009 definiu a *Segurança do Paciente* como "a redução dos riscos de danos desnecessários associados à assistência em saúde até um mínimo aceitável". Em 2011, a OMS divulgou o documento [OMS 2016] recomendando a simulação como uma ferramenta extremamente eficaz para aumentar a segurança dos pacientes, substituindo a abordagem tradicional "leia, veja e faça". A razão é que os ambientes de simulação proporcionam um cenário seguro e controlado, permitindo que os estudantes pratiquem habilidades técnicas e não técnicas, tomem decisões e enfrentem desafios sem expor pacientes reais a riscos.

Pacientes simulados são uma ferramenta de aprendizado muito valiosa e eficaz. Apesar de não serem reais, eles apresentam problemas que podem ser encontrados na prática médica, bem como contribuem no aprendizado de estudantes em um ambiente controlado

É necessário ao profissional desde o primeiro minuto com o examinado, ser cordial e respeitoso, assim como priorizar pequenos gestos, por exemplo, estender a mão para cumprimentar, mencionar o nome do paciente e sorrir [Carrió 2009]. Essa comunicação concreta interfere diretamente no exame físico. Hoje, apesar da ascensão dos exames complementares, a utilização de métodos semióticos ainda é essencial para um diagnóstico clínico correto e diferencial, evidenciando a importância de o médico realizar os exames de forma correta e interpretar os resultados [Porto 2009].

Outro aspecto é relacionado a formação médica brasileira que foca sua metodologia de ensino em atender às necessidades do SUS (Sistema Único de Saúde), porém, o sistema de educação médica no exterior pode variar significativamente. Portanto, para validar o diploma médico obtido no exterior é preciso comprovar os conhecimentos em habilidades clínicas com as práticas nacionais e esse processo é conhecido como o exame nacional de revalidação de diplomas médicos (Revalida).

O Revalida é de extrema importância, pois é necessário garantir que o médico tenha os conhecimentos exigidos pelo SUS para um atendimento clínico de qualidade no Brasil, esse conhecimento é avaliado na estação de avaliação de habilidades clínicas. O candidato é submetido a 10 estações envolvendo as cinco grandes áreas do exercício profissional: Clínica Médica, Cirurgia, Ginecologia e Obstetrícia, Pediatria, Medicina da Família e Comunitária/Saúde Pública.

As estações ocorrem com a presença de um ator, que interpreta um paciente com algum sintoma. O candidato então deve realizar o atendimento de forma correta, sendo acompanhado pelo chefe da estação e pelo operador de câmera que registra em vídeo toda a avaliação do candidato que, posteriormente, é avaliado por uma banca.

Neste trabalho foi desenvolvido uma metodologia de avaliação de ensino a saúde

utilizando realidade virtual, sem a necessidade de atores, em um ambiente virtual que simula um consultório de atendimento básico. O usuário pode realizar um atendimento completo, realizando anamnese, exames físicos, solicitação de radiografia e diagnóstico.

O objetivo deste trabalho é explorar as possibilidades da realidade virtual na área de ensino à medicina, focando principalmente na etapa de avaliação de habilidades clínicas do Revalida, facilitando o processo da avaliação sem a necessidade de um ator presente.

Este trabalho também foi pensado como forma de suporte de ensino para o aluno da medicina que deseja aperfeiçoar seus conhecimentos adquiridos em aula e para professores que queiram aplicar uma avaliação prática para introduzir o aluno ao caso proposto.

2. Trabalhos Relacionados

Nos últimos anos, simuladores em realidade virtual tem surgido como uma ferramenta de auxílio e treinamento das habilidades clínicas [Chaby et al. 2022]. Com a crescente evolução da tecnologia de realidade virtual e computação gráfica, simuladores cirúrgicos estão se tornando mais efetivos e imersivos [Hong et al. 2021]. Como em treinamentos *hard skills*, é possível simular cirurgia minimamente invasiva, permitindo que a pessoa toque, sinta e manipule tecidos virtuais em um procedimento de laparoscópicos [Basdogan et al. 2007].

Para consolidar a relação médico-paciente, sabe-se da relevância da comunicação, sendo procedimentos médicos não cirúrgicos, a habilidade de comunicação desempenha um papel importante para o diagnóstico [Caldwell 2019]. São treinamentos *soft skills*, simuladores que simulam um atendimento clínico utilizando a comunicação durante o atendimento.

Habilidades *Soft Skills* vão além da comunicação, é importante que o profissional não tenha vieses e discriminação, como é apresentado no caso do estudo [Altmiller et al. 2022] no qual buscou compreender como experiências dos pacientes virtuais, neste caso, com HIV, podem influenciar o pensamento e atitudes dos estudantes de enfermagem.

No estudo [Kleven et al. 2014] foi explorado dentro do projeto Virtual University Hospital (VUH) que envolveu profissionais da saúde e não médicos, com o objetivo de explorar a dramatização educacional em cooperação, para o treinamento no desenvolvimento das habilidades de comunicação visando aprimorar as habilidades de comunicação dos profissionais com os pacientes.

No trabalho An Immersive Multi-User Virtual Reality for Emergency Simulation Training: Usability Study [Lerner et al. 2020], foi desenvolvido o simulador EPIC-SAVE (Enhanced Paramedic Vocational Training with Serious Games and Virtual Environments). Utilizado para treinamento de equipes de serviços médicos de emergência, é proposto um cenário de anafilaxia grau III com choque, edema do trato respiratório superior e inferior e sintomas de pele em uma menina de 5 anos (paciente virtual). A equipe é composta por 2 médicos que utilizam óculos de Realidade Virtual e é possível interagir com o paciente virtual e equipamentos do cenário, como mudar a postura, despir, realizar exames clínicos (inspeção, palpação, ausculta), administração de oxigênio, aplicação de medicamentos e desfibrilação.

Em Design and Think-Aloud Study of an Immersive Interface for Training Health Professionals in Clinical Skills [Negrão et al. 2024] o objetivo é treinar profissionais de saúde em uma estação OSCE (Objective, Structured, Clinical Examination). A estação posposta neste estudo envolve um caso pediátrico e tarefas exigidas em uma consulta médica, como procedimentos de biossegurança, exame físico (Otosopia e Orosopia), anamnese, diagnóstico e tratamento.

Portanto, simuladores de realidade virtual na área da saúde permitem replicar um ambiente hospitalar e clínico em um ambiente imersivo, treinando habilidades *Soft Skills* e *Hard Skills* no qual permitem a memorização e aprendizado da tarefa parecidos com a prática real usando paciente virtual [Ekstrand et al. 2018]. No estudo [Bjerrum et al. 2018] aponta que treinamentos baseados em simulação devem fazer parte da formação cirúrgica de profissionais, incluindo competências teóricas, técnicas e não-técnicas.

3. Simulador de Habilidades Clínicas

Como o objetivo principal deste trabalho é oferecer uma alternativa na realização da avaliação de habilidades clínicas para o Revalida, foi realizada uma pesquisa para entender como funciona toda a etapa da avaliação, como é feito a avaliação, considerando a anamnese, exame físicos, solicitações de exames complementares, a gravação da avaliação e como é avaliada futuramente pela banca. Para essa finalidade foi utilizada a realidade virtual com o objetivo de simular com gráficos tridimensionais imersivos um consultório de atendimento básico oferecendo como alternativa as estações físicas utilizadas no Revalida.

Nosso principal objetivo era validar o simulador como alternativa ao Revalida, por isso foi escolhido um caso médico para posterior avaliação com estudantes de medicina. O caso escolhido foi de tuberculose em um homem de 48 anos seguindo os passos de avaliação utilizados no Revalida.

O simulador foi desenvolvido utilizando o motor de jogos Unity 3D na versão 2020.3.30f1 LTS, usando a integração do SDK do Oculus Quest na versão 55.0 e seus assets baixados gratuitamente na internet.

A simulação consiste num consultório médico, onde o médico (usuário) recebe o paciente e começa o processo de avaliação clínica. O paciente entra no consultório e o prontuário inicial é mostrado num Tablet, após ler, o usuário pode fazer a anamnese, com perguntas e respostas já pré-definidas. O fluxo da simulação é apresentado na Figura 1.

O caso é apresentado de forma resumida em modo texto seguindo um formato muito usado em prontuários como ilustrado a seguir.

C.V.D., masculino, branco, 48 anos, enfermeiro, ensino médio completo, católico, casado, natural e residente de Pelotas. Tem como queixa principal tosse, febre e falta de apetite há um mês.

Foi atendido na UPA há 10 dias aonde foi prescrito amoxicilina de 500 mg, de 12 em 12 horas, por 7 dias, sem melhora no quadro procurou a UBS para posterior revisão.

Realize o atendimento referido no caso com conduta adequada, fornecendo

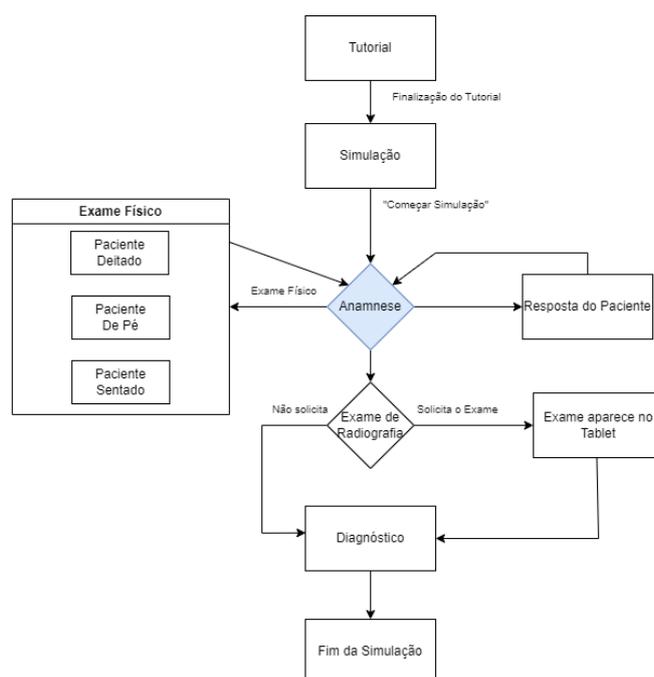
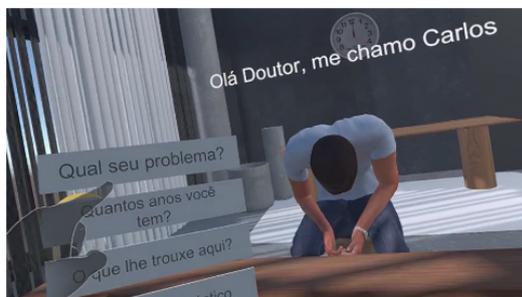


Figura 1. Fluxo da Simulação

as orientações necessárias ao paciente. Se necessário, solicite exames de imagem.

As perguntas e respostas são apresentados na forma de botões que o usuário pode clicar com a mão como visto na Figura 2. O uso de sistema de Realidade Virtual como o Meta Quest 2 permite capturar o movimento das mãos como ilustrado na Figura 3. Na mesma figura é possível ver o paciente durante o exame físico. Como o objetivo é gravar o vídeo de todo o percurso para posterior avaliação por uma banca, o paciente virtual não responde ao contato das mãos, porém se o caso clínico exige do médico (usuário) que ele faça alguma manobra, como pressionar o abdômen como na figura citada, isso será gravado e a banca pode avaliar se a manobra foi feita de maneira correta.

Conforme o avanço do usuário no roteiro da simulação, é sugerido a possibilidade de realizar exames físicos (Figura 3), onde é possível solicitar ao paciente ficar em três posições: deitado, sentado e de pé. Portanto, cada posição o usuário pode realizar técnicas semióticas (inspeção, palpação, percussão e ausculta), como também é possível realizar a ausculta cardíaca com o estetoscópio disponibilizado.

Após a finalização dos exames físicos, a anamnese pode continuar com a solicitação de exames como de radiografia do tórax. Se solicitada a imagem do exame aparece no Tablet, onde o usuário consegue visualizar e com seus conhecimentos prévios, notar a presença de manchas escuras no pulmão, representando Tuberculose.

Na simulação, não é obrigatório passar por todas as etapas de um exame clínico, o usuário pode apertar o botão "Tenho o Diagnóstico" a qualquer momento, o que levará para o final da simulação, no qual ele deve concluir seu atendimento. Com as informações do prontuário, a realização da anamnese, dos exames físicos com técnicas semióticas e do exame de radiografia do tórax, o usuário pode chegar no seu diagnóstico, concluindo seu atendimento no simulador. São oferecidas 6 opções diferentes e apenas uma está correta.



Figura 2. Exemplo do processo de comunicação médico-paciente



Figura 3. Exemplo de exame físico

Conforme no Revalida, são registrados quantos passos foram necessários para chegar no diagnóstico, se fez os exames condizentes com as informações recebidas e se o médico se comunicou adequadamente. Todos esses passos são melhores visualizados no vídeo que acompanha este texto: <https://youtu.be/5DjWGnjnPPA>.

4. Avaliação

Este trabalho apresenta a metodologia de avaliação das habilidades clínicas conforme utilizadas no Revalida, porém no ambiente virtual. Para que essa abordagem possa ser explorada é preciso verificar a aceitação pelo público-alvo. Com esse objetivo foi realizado um teste com um grupo de alunos do curso de medicina da Universidade Federal de Pelotas.

4.1. Avaliações preliminares

Após a elaboração da primeira versão do simulador a partir dos conceitos identificados pelos autores, dentre eles uma professora do curso de Medicina, foram feitos teste preliminar com 3 estudantes da área da saúde, sendo realizado por uma aluna do 3º semestre de Medicina, um aluno do 2º semestre da Enfermagem e uma aluna do 1º semestre de Medicina. Com objetivo de preparar o simulador para o estudo de caso, não utilizamos uma metodologia de avaliação nesta situação, apenas observação direta e coleta de opiniões feitas pelos três permitiram o refinamento e preparação para o teste seguinte.

4.2. Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado com uma amostra de 10 estudantes do 3º semestre do curso de Medicina da Universidade Federal de Pelotas; 8 dos 10 participantes estavam cursando a disciplina de Semiologia a qual tem como foco apresentar os conceitos de anamnese explorados no simulador.

Para que houvesse uma experiência única por participante, o teste ocorreu de forma individual numa sala separada dos demais. Um participante entrava de cada vez, era-lhe posicionado o dispositivo de realidade virtual e feito uma introdução do funcionamento do simulador. Após estar apto, começava a simulação e no fim, respondia um formulário para avaliar o simulador.

No caso usado, não era necessário a realização do exame físico, mas foi explicado e introduzido o objetivo dele, que seria realizar técnicas semióticas no paciente. Também foi apresentado o estetoscópio, onde o participante podia pegar e aproximar do peito do paciente virtual, realizando a ausculta cardíaca.

5. Resultados

Para a avaliação deste simulador, realizamos uma pesquisa qualitativa com a coleta de dados por meio de um questionário, permitindo que fossem mensurados os níveis de aprendizagem, imersão, interação e reações dos participantes, considerando a interface, o cenário, a interação com paciente e as possibilidades do exame físico.

Na primeira seção, coletamos dados do participante, como sua Idade, Gênero, Semestre Atual e se estava cursando a disciplina de Semiologia. Como também, o seu tempo de uso no simulador e se acertou ou errou o diagnóstico.

Em média, os participantes demoraram 05:52 minutos desde o momento que foi iniciado o simulador até o diagnóstico, sendo que o maior tempo foi de 11:00 e o menor tempo de 03:27. No revalida o tempo o participante deve realizar cada estação no tempo máximo de 10 minutos. Foi notado que alguns participantes já tinham confiança desde o prontuário inicial do diagnóstico do paciente e conforme a anamnese foi se confirmando suas suspeitas, outros só conseguiram confirmar ou até mesmo deduzir com ajuda do exame de radiografia do tórax. Porém, 2 dos 10 participantes não acertaram o diagnóstico, vale ressaltar que o objetivo deste trabalho não era avaliar o nível de conhecimento dos participantes, e sim, avaliar a experiência de utilizar o simulador e sua viabilidade.

Para [Nielsen 2012] a usabilidade é um atributo de qualidade, como também, é utilidade, de forma que não seja necessário um manual para o usuário ficar lendo ou despendendo tempo descobrindo como funciona uma interface. Uma forma de avaliar a usabilidade é a escala SUS **System Usability Scale**, um método de avaliação qualitativa composto por 10 perguntas, com 5 opções que variam numa escala de 1 a 5, no qual 1 é Discordo Totalmente e 5 Concordo Totalmente com a afirmação.

A usabilidade pode ser definida em 5 componentes de qualidade segundo [Nielsen 2012]:

- **Aprendizagem:** Quão fácil é para o usuário utilizar o simulador pela primeira vez?
- **Eficiência:** Quão rápido os usuários podem executar tarefas?
- **Memorabilidade:** Após um período sem usar, quão fácil será para o usuário voltar a usar com proficiência?
- **Erros:** Quantos erros os usuários cometem, quão grave são e como podem se recuperar?
- **Satisfação:** Quão agradável é usar o simulador?

Na segunda seção, o participante respondeu as perguntas do método *System Usability Scale*, para chegar ao resultado ilustrado na Figura 4 calculamos cada item individualmente seguindo o método descrito em [Boucinha and Tarouco 2013].

A partir das respostas na figura 4 podemos notar o seguinte:

- Conforme os itens 1 e 7, o simulador apresenta uma ótima forma de aprendizagem.
- Conforme os itens 2, 3 e 8, a usabilidade não apresentou complexidades.
- Os participantes foram auxiliados na introdução e nos exames físico. Mesmo sendo fácil e não apresentando complexidades, o item 4 aparece relativamente alto.
- A usabilidade precisa de melhorias.

Na terceira seção, o participante respondeu perguntas objetivas sobre o simulador. Utilizamos a escala Likert [Batterton and Hale 2017] para coletar a opinião sobre recursos específicos do simulador, onde podemos concluir a experiência do participante no simulador, seja na interação com os botões, com os objetos e com cenário.

Foi questionado também o grau de confiança para o uso em aulas, provas e treinamento para alunos da Medicina, o participante podia escolher 5 opções numa escala de 1 a 5, na qual 1 é Discordo Totalmente e 5 Concordo Totalmente e justificar se desejasse.

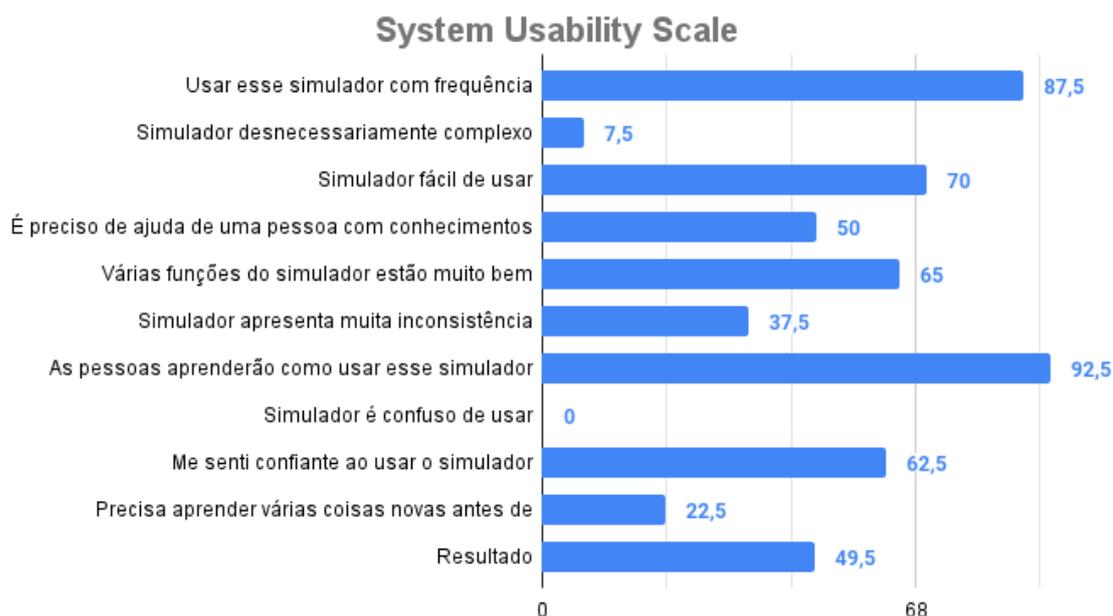


Figura 4. Resultado do System Usability Scale [Boucinha and Tarouco 2013].

A partir da respostas na figura 5 os seguintes pontos são relevantes:

- Todos os participantes expressaram o grau de confiança alto para o uso do simulador em aulas, provas e treinamento para alunos da Medicina, um participante expressou que é uma ótima forma de estudar e adquirir experiências, em complemento as disciplinas práticas.
- Sobre a interação com cenário, os participantes tiveram certa dificuldade em manusear os objetos, pois o manuseio não era fiel à realidade. Foi feita uma observação por um participante que expressou que os objetos foram fáceis de pegar, porém difíceis de manusear.
- Sobre a interface, ela está aceitável, não houve muita dificuldade. Foi feito uma observação pelo participante que achou ruim, sobre a dificuldade de ver as opções e selecioná-las, pois, ficavam muito no canto esquerdo da visão.
- Sobre a interação com os botões, inicialmente estava um pouco confusa, mesmo com o uso do tutorial, porém conforme o uso, os candidatos entenderam o seu funcionamento.
- Sobre o exame físico, foi aceitável, mesmo não havendo muitas opções de exames físicos. Foi feito uma observação por um participante sobre mais possibilidades de exames físicos.
- Na observação geral, apenas um participante expressou que seria interessante a possibilidade de realizar outras perguntas, que o roteiro não disponibilizava novamente.

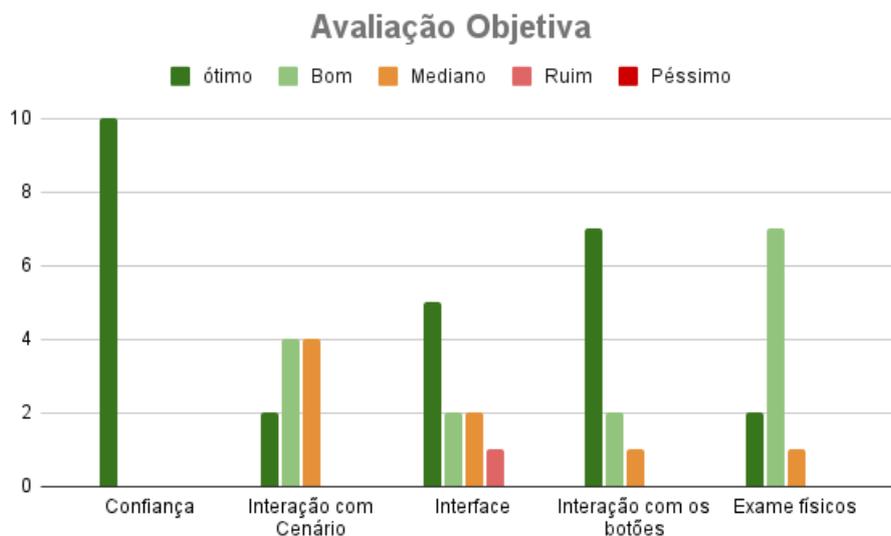


Figura 5. Resultado da avaliação objetiva

6. Conclusão

Foi apresentado uma nova abordagem dentro dos padrões do Exame Nacional de Revalidação de Diplomas Médicos (Revalida). Com a evolução do simulador esperamos que o Revalida possa fazer uso dessa tecnologia e reduzir drasticamente custos por não ser mais necessário o uso de atores como pacientes e o deslocamento de diversas bancas de avaliação ao redor do Brasil, além de permitir a preparação para o exame com baixo custo. Atualmente, cursos preparatórios possuem alto custo e não estão presentes em todas as regiões. Por esses motivos a abordagem apresentada pode ter um impacto social relevante se implementada como alternativa a abordagem atual.

Já no aspecto de ensino os resultados dos testes e feedback dos participantes indicam que o simulador é uma ferramenta promissora para treinamento e aperfeiçoamento de alunos de Medicina no aprendizado da disciplina de Semiologia, garantindo melhor conhecimento das melhores práticas de anamnese e técnicas semióticas com o paciente, como forma de fixação dos conhecimentos obtidos.

No estado atual o simulador não é ideal para o uso prático na avaliação de habilidades clínicas do Revalida, principalmente por apresentar um fluxo linear e com perguntas e respostas textuais. Para solucionar esse problema é necessária a utilização de algoritmos de Inteligência Artificial para ampliar o leque de possibilidades de perguntas e respostas. Porém, o objetivo atual era avaliar sua viabilidade para continuação do projeto e posterior utilização em larga escala o que foi alcançado com base nas respostas coletadas o que permite que essa linha de investigação seja explorada.

7. Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001, Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) projeto 21/2551-0002087-3 e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) projeto 421962/2023-2.

Referências

- Altmiller, G., Jimenez, F., Wharton, J., Wilson, C., and Wright, N. (2022). Hiv and contact tracing: impact of a virtual patient simulation activity. *Clinical Simulation in Nursing*, 64:58–66.
- Basdogan, C., Sedef, M., Harders, M., and Wesarg, S. (2007). Vr-based simulators for training in minimally invasive surgery. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 27(2):54–66.
- Batterton, K. A. and Hale, K. N. (2017). The likert scale what it is and how to use it. *Phalanx*, 50(2):32–39.
- Bjerrum, F., Thomsen, A. S. S., Nayahangan, L. J., and Konge, L. (2018). Surgical simulation: current practices and future perspectives for technical skills training. *Medical teacher*, 40(7):668–675.
- Boucinha, R. M. and Tarouco, L. M. R. (2013). Avaliação de ambiente virtual de aprendizagem com o uso do sus-system usability scale. *RENOTE*, 11(3).
- Caldwell, G. (2019). The process of clinical consultation is crucial to patient outcomes and safety: 10 quality indicators. *Clinical Medicine*, 19(6):503.
- Carrió, F. B. (2009). *Entrevista clínica: habilidades de comunicação para profissionais de saúde*. Artmed Editora.
- Chaby, L., Benamara, A., Pino, M., Prigent, E., Ravenet, B., Martin, J.-C., Vanderstichel, H., Becerril-Ortega, R., Rigaud, A.-S., and Chetouani, M. (2022). Embodied virtual patients as a simulation-based framework for training clinician-patient communication skills: An overview of their use in psychiatric and geriatric care. *Frontiers in Virtual Reality*, 3:827312.
- Ekstrand, C., Jamal, A., Nguyen, R., Kudryk, A., Mann, J., and Mendez, I. (2018). Immersive and interactive virtual reality to improve learning and retention of neuroanatomy in medical students: a randomized controlled study. *Canadian Medical Association Open Access Journal*, 6(1):E103–E109.
- Hong, M., Rozenblit, J. W., and Hamilton, A. J. (2021). Simulation-based surgical training systems in laparoscopic surgery: a current review. *Virtual Reality*, 25(2):491–510.
- Kleven, N. F., Prasolova-Førland, E., Fominykh, M., Hansen, A., Rasmussen, G., Sagberg, L. M., and Lindseth, F. (2014). Training nurses and educating the public using a virtual operating room with oculus rift. In *2014 International Conference on Virtual Systems Multimedia (VSMM)*, pages 206–213.
- Lerner, D., Mohr, S., Schild, J., Göring, M., Luiz, T., et al. (2020). An immersive multi-user virtual reality for emergency simulation training: usability study. *JMIR serious games*, 8(3):e18822.
- Negrão, M. D., Ferreira, W., Bohrer, B., Freitas, C. M., Maciel, A., and Nedel, L. (2024). Design and think-aloud study of an immersive interface for training health professionals in clinical skills. In *Proceedings of the 25th Symposium on Virtual and Augmented Reality*, SVR '23, page 157–165, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.

Nielsen, J. (2012). Usability 101: Introduction to usability.

OMS (2016). *Guia curricular de segurança do paciente da Organização Mundial da Saúde: edição multiprofissional*. Autografia, Rio de Janeiro.

Porto, C. C. (2009). Semiologia médica. In *Semiologia médica*, pages 1308–1308.

Troncon, L. E. A. (2007). Utilização de pacientes simulados no ensino e na avaliação de habilidades clínicas. *Medicina (Ribeirão Preto)*, 40(2):180–191.