

Avaliação Online de Habilidades no Processo de Treinamento em Anestesia Regional em um Simulador de Realidade Virtual

José Raul B. Andrade¹, Liliane S. Machado¹, Leonardo W. Lopes¹

¹Programa de Pós-Graduação em modelos de Decisão e Saúde
Universidade Federal da Paraíba – Departamento de Estatística
– João Pessoa – PB – Brasil

joseraulbandrade@gmail.com, liliane@di.ufpb.br, lwlopes@hotmail.com

Abstract. *Competency-based learning balances theory and practice, essential in spinal anesthesia and requires psychomotor skills acquired through practice. This study presents AnesteSIM, a virtual reality simulator that covers all stages of spinal anesthesia with haptic feedback and automatic assessment. User actions are evaluated based on literature guidelines and clinical practices, generating detailed performance reports. AnesteSIM is a complementary tool to traditional spinal anesthesia training, offering more safe and interactive training opportunities.*

Resumo. *O ensino por competências equilibra teoria e prática, essencial na anestesia raquidiana, que requer habilidades psicomotoras adquiridas por meio da prática. Este estudo apresenta o AnesteSIM, um simulador de realidade virtual que abrange todas as etapas da anestesia raquidiana, com retorno háptico e avaliação automática. As ações dos usuários são avaliadas com base em diretrizes da literatura e práticas clínicas, gerando relatórios detalhados de desempenho. O AnesteSIM é uma ferramenta complementar ao treinamento tradicional em anestesia raquidiana, oferecendo mais oportunidades de treinamento seguro e interativo.*

1. Introdução

O ensino por competências tem se destacado na Educação Médica, sugerindo um método que equilibra o conhecimento teórico e o desenvolvimento de habilidades práticas essenciais para a prática profissional. Na Anestesiologia, especialmente na técnica de anestesia raquidiana, as habilidades clínicas incluem tarefas psicomotoras e são adquiridas através da prática. Tradicionalmente, este treinamento é realizado diretamente no paciente, sob supervisão de um tutor ou residente experiente. No entanto, os estudantes frequentemente relatam insegurança ao trabalhar com pacientes pela primeira vez [Salas et al. 2005]. Além disso, a avaliação de habilidades no modelo tradicional é feita por observação do tutor, o que pode comprometer a qualidade da avaliação, especialmente em turmas grandes.

A literatura destaca a escassez de simulações virtuais para treinamento em anestesia raquidiana, especialmente aquelas que integram todas as etapas do procedimento, retorno tátil e avaliação automática. Diante disso, este estudo propõe o desenvolvimento de um simulador virtual para auxiliar no treinamento de médicos residentes, combinando RV e um dispositivo háptico, com suporte para avaliação das habilidades do usuário.

Defende-se a hipótese de que é possível avaliar competências cognitivas e psicomotoras na anestesia raquidiana em ambientes virtuais, por meio de um modelo de avaliação automática baseado no conhecimento de especialistas [Andrade et al. 2022].

2. Métodos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde/UFPB, protocolo 52417521.3.0000.8069.

2.1. Etapas da Anestesia Raquidiana

A identificação das etapas essenciais da anestesia raquidiana baseou-se em uma revisão da literatura médica utilizada em programas de residência, assegurando uma abordagem padronizada. A revisão abordou a sequência de camadas anatômicas a serem perfuradas, o posicionamento do paciente, técnicas de abordagem, contraindicações e aspectos técnicos, como a percepção tátil durante a punção e a velocidade de administração do anestésico, fundamentais para a execução segura da técnica. Cinco especialistas, selecionados com base em experiência clínica e docente, complementaram as informações, contribuindo para a estruturação das etapas do procedimento e sua incorporação em uma simulação computacional para treinamento. Além disso, literatura e especialistas convergem na importância das habilidades psicomotoras avançadas, essenciais para garantir a segurança e eficácia da anestesia raquidiana.

2.2. Requisitos de Avaliação das Habilidades do Usuário

A definição dos critérios de avaliação das habilidades do usuário contou com a contribuição de especialistas, que estabeleceram as respostas aceitáveis para as ações identificadas na etapa de requisitos da anestesia raquidiana. A execução das ações é classificada como correta ou incorreta, sem intermediários, embora a sequência possa variar. Para garantir precisão na avaliação, adotou-se um Sistema Baseado em Regras (SBR), permitindo representar tanto a natureza binária das respostas quanto a flexibilidade na ordem de execução, assegurando conformidade com o procedimento.

No contexto pedagógico, a avaliação deve estimular a reflexão do aprendiz, evitando dependência excessiva do *feedback* ou prática de tentativa e erro sem compreensão adequada. Assim, foi estruturado, em colaboração com os especialistas, um sistema de retorno avaliativo detalhado, incluindo um relatório final que categoriza as ações como “realizada corretamente”, “realizada incorretamente” ou “não realizada”. Esse relatório é acompanhado por uma mensagem conclusiva que, com base no desempenho, pode recomendar treinamento adicional, promovendo o aprimoramento contínuo das competências do aprendiz [Andrade et al. 2022].

2.3. Requisitos do Sistema

Na anestesia raquidiana, a execução sequencial das etapas é essencial para minimizar eventos adversos e garantir resultados satisfatórios [Cangiani et al. 2021]. A análise de simuladores existentes indicou que a fragmentação do procedimento pode comprometer sua compreensão e a execução de passos críticos. Assim, o simulador proposto representará integralmente o procedimento e fornecerá uma avaliação qualitativa com relatório detalhado das ações realizadas.

Para aprimorar o treinamento psicomotor, será integrado um dispositivo haptico, simulando a percepção tática durante a inserção da agulha. O sistema incluirá 1) um ambiente virtual, 2) a cobertura completa das etapas do procedimento, 3) retorno tático e 4) um módulo de avaliação automática. Essa abordagem visa oferecer um treinamento interativo e realista, facilitando a aquisição e aplicação eficaz das competências médicas.

3. Resultados

O simulador AnesteSIM combina RV e métricas específicas da anestesia raquidiana para avaliar objetivamente as habilidades do usuário. Seu principal objetivo é proporcionar um ambiente seguro para a prática, oferecendo análise automatizada do desempenho e possibilitando aprimorar a confiança e precisão de residentes e anestesiologistas com pouca experiência.

O AnesteSIM insere o usuário em um bloco cirúrgico virtual, onde deve realizar a anestesia raquidiana em um paciente digital, tomando decisões clínicas sobre dose anestésica, posicionamento e execução técnica. As ações são organizadas em três etapas: PRÉ (preparação), INTRA (execução) e PÓS (monitorização), conforme ilustrado na Figura 1.

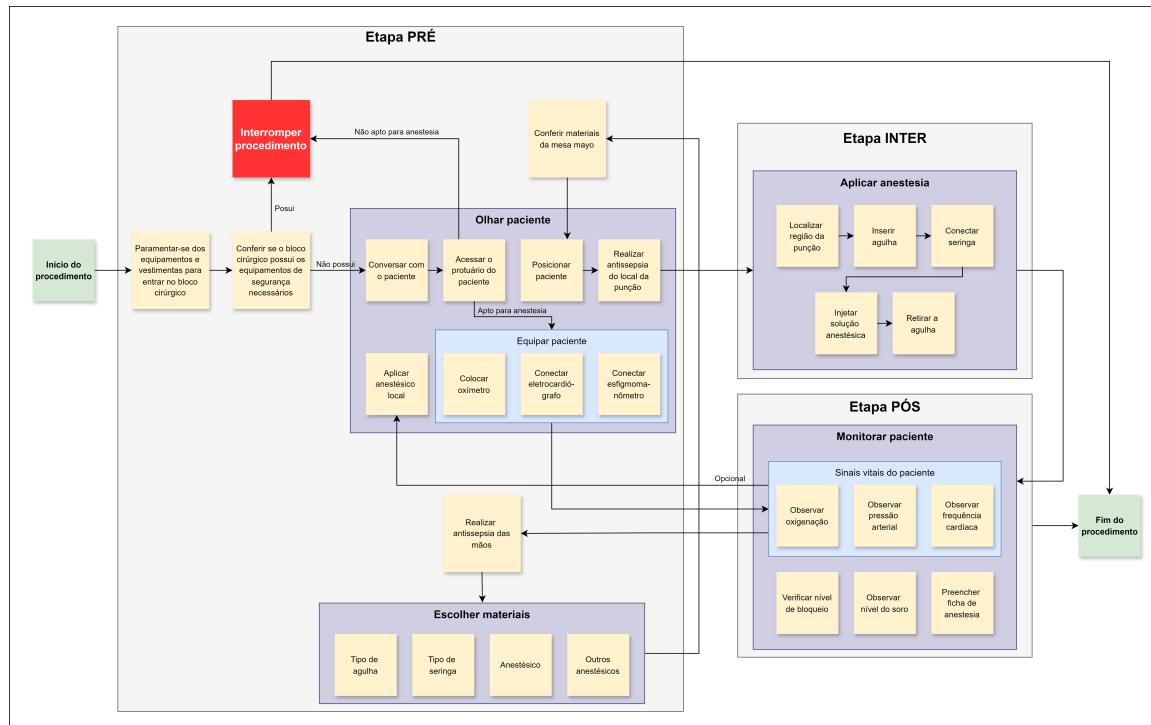


Figura 1. Etapas da anestesia raquidiana.

Ao iniciar a simulação, o usuário pode optar entre dois modos de treinamento: o parcial, que envolve a prática específica de uma das etapas (PRÉ, INTRA ou PÓS), ou o completo, que aborda a execução integral do procedimento. A interação ocorre via teclado e mouse nas etapas PRÉ e PÓS, enquanto na etapa INTRA há suporte a dispositivos táticos para maior realismo. O simulador também oferece visualização em 3D com óculos de filtro de cor, ampliando a imersão.



Figura 2. Etapa INTER e relatório de desempenho.

Ao concluir o treinamento, o usuário recebe um relatório avaliativo detalhado sobre suas ações e precisão (Figura 2). O AnesteSIM foi desenvolvido na *engine Unity 3D*, escolhida por sua compatibilidade com dispositivos hápticos. A aplicação é projetada para *desktop* e requer o dispositivo háptico *Touch*, permitindo a simulação de sensações tátteis para um treinamento seguro e imersivo. A integração entre o *Touch* e o *Unity 3D* foi realizada com o *asset Haptics Direct for Unity VI*.

3.1. Modelo de Decisão para Avaliação de Habilidades do Usuário

Considerando as variáveis, identificadas na etapa de requisitos, para avaliação automática das habilidades do usuário, optou-se pela implementação de um modelo avaliativo inteligente baseado em SBR. Essa abordagem é adequada para cenários em que as atividades são descritas por critérios objetivos e mensuráveis, permitindo a criação de regras claras que refletem o desempenho esperado em cada tarefa. A escolha de ser um SBR é justificada por sua capacidade de simplificar o processo de avaliação, torná-lo mais transparente e garantir a consistência na análise dos resultados.

Para validar o modelo em questão, foram definidos cenários variados de forma aleatória, permitindo a análise abrangente de todos os tipos de retorno avaliativo possíveis fornecidos pelo AnesteSIM nos relatórios de avaliação do usuário. Os testes realizados evidenciam a eficácia do modelo, consolidando que é plenamente viável realizar uma avaliação objetiva e precisa das habilidades psicomotoras e cognitivas dos estudantes em ambientes de RV.

O simulador também foi submetido a testes de usabilidade, utilizando o questionário System Usability Scale [Brooke et al. 1996]. A média global, calculada com base nos escores individuais, foi de 78,8, classificando o simulador como excelente.

4. Discussão

O currículo da Educação Médica tem priorizado a aprendizagem prática, o que exige uma avaliação cuidadosa das habilidades psicomotoras. Este foco é essencial, pois o desenvolvimento de competências práticas é determinante para a capacitação de profissionais aptos a realizar procedimentos complexos com segurança e eficácia. Segundo Dave (1970), esse domínio inclui cinco categorias: imitação, manipulação, precisão, articulação e naturalização [Dave 1970], das quais simuladores de RV podem auxiliar no desenvolvimento de três: imitação, manipulação e precisão.

A revisão da literatura revelou a escassez de simulações virtuais focadas no treinamento em anestesia raquidiana, especialmente aquelas que incorporam retorno tátil e avaliação automática das habilidades dos usuários. Nesse contexto, o AnesteSIM foi desenvolvido como uma alternativa ao treinamento tradicional, servindo como um protótipo para testar a viabilidade da avaliação de habilidades psicomotoras na técnica de anestesia raquidiana em ambientes de RV. O AnesteSIM integra a simulação em RV com a avaliação das habilidades dos usuários, buscando assim expandir as oportunidades de prática e assim aumentar a confiança e precisão de residentes e anestesiologistas inexperientes antes de realizarem a técnica em pacientes reais.

O desenvolvimento do AnesteSIM contou com a colaboração de especialistas em diversas etapas, abrangendo desde a definição do enredo e funcionalidade até aspectos avaliativos e pedagógicos que deveriam estar presentes no simulador. No contexto da anestesia raquidiana, as ações executadas no simulador podem ser classificadas como corretas ou incorretas, sem a possibilidade de resultados intermediários. Assim, o SBR se mostrou como o modelo de avaliação inteligente mais adequado, pois permite a formalização precisa das diretrizes que orientam a execução correta das tarefas. Em relação à abordagem pedagógica, o retorno avaliativo deve ser direcionado para promover a construção do conhecimento por meio da reflexão sobre as ações realizadas pelo aprendiz durante o treinamento.

É necessário evitar estratégias que condicionem o aluno a depender exclusivamente do *feedback* para agir ou que incentivem a prática de tentativa e erro sem uma compreensão adequada do propósito da tarefa executada. Nesse contexto, a adoção de um relatório detalhado ao final do treinamento, que descreva as ações do aprendiz, foi considerada a estratégia mais adequada. Em colaboração com os especialistas, foi definida uma estrutura de avaliação que oferece retorno sobre cada ação.

Embora o modelo de avaliação adotado seja adequado para o objetivo do AnesteSIM e represente uma inovação significativa no treinamento em RV para anestesia raquidiana, um modelo de avaliação mais robusto poderia lidar melhor com as incertezas associadas a tomada de decisões no procedimento. Um dos principais desafios para esse aprimoramento é a necessidade de uma participação mais ampla e contínua de especialistas para contribuir e validar tais parâmetros. A frequência de envolvimento dos especialistas revelou-se um aspecto desafiador, dada a rotina desses profissionais, o que limitou parcialmente o potencial de validação mais abrangente.

Por fim, cerca de 64% dos voluntários (7 de 11) que participaram do teste de usabilidade relataram ter tido baixa confiança na realização da anestesia raquidiana pela primeira vez. Isso sugere que a experiência inicial é frequentemente desafiadora, indicando que suporte adicional e mais oportunidades de prática podem ser benéficos para aumentar a confiança dos novos praticantes em suas primeiras tentativas.

5. Conclusão

Os resultados deste estudo corroboram a hipótese de que é possível avaliar as habilidades cognitivas e psicomotoras dos usuários na execução da técnica de anestesia raquidiana em ambientes de RV. Os achados destacam que:

- Além das vantagens em termos de custos, bem como dos aspectos táteis e visuais,

uma das principais vantagens dos simuladores virtuais é a possibilidade de uso contínuo, oferecendo avaliação imediata e precisa sobre o desempenho.

- A participação contínua de especialistas contribui para a precisão das informações e para o enriquecimento da abordagem pedagógica dos simuladores virtuais, elevando a qualidade do treinamento e complementando as métricas de avaliação.
- A avaliação automática integrada ao simulador de realidade virtual pode fornecer informações sobre o desempenho do usuário imediatamente após a realização da simulação, promovendo o aprimoramento por meio da reflexão sobre as ações executadas.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, processo 8887.481675/2020-00, e ao CNPQ, processo 315298/2018-9, pelo apoio financeiro recebido por meio de bolsa de pesquisa.

Referências

- Andrade, J. R. d. B., Machado, L. d. S., Lopes, L. W., and Moraes, R. M. d. (2022). Virtual simulations for health education: how are user skills assessed? *Revista Brasileira de Educação Médica*, 46(04):e130.
- Brooke, J. et al. (1996). Sus-a quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194):4–7.
- Cangiani, L. M., Carmona, M. J. C., Ferez, D., Bastos, C. O., Duarte, L. T. D., Cangiani, L. H., Falcão, L. F. d. R., Tardelli, M. A., and Rodrigues, R. d. C. (2021). Tratado de anestesiologia saesp.
- Dave, R. (1970). Developing and writing educational objectives. *Psychomotor*: p33, 34.
- Salas, E., Wilson, K. A., Burke, C. S., and Priest, H. A. (2005). Using simulation-based training to improve patient safety: what does it take? *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 31(7):363–371.