OBJN
Online Brazilian Journal of Nursing
ISSN: 1676 - 4285 | www.objnursing.uff.br

Submissão: 19-Jun-2026
Aprovado: 19-Ago-2026

CONSTRUÇÃO DE *SERIOUS GAME* SOBRE FERIDAS CRÔNICAS COM SUPORTE DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: ESTUDO METODOLÓGICO*

CONSTRUCTION OF A SERIOUS GAME ON CHRONIC WOUNDS SUPPORTED BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A METHODOLOGICAL STUDY

CONSTRUCCIÓN DE UN *SERIOUS GAME* SOBRE HERIDAS CRÓNICAS CON SOPORTE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: ESTUDIO METODOLÓGICO

Raphael Monteiro de Oliveira[1,2] ORCID: 0000-0002-4321-2316
Júlia Queiroz de Morais[1] ORCID: 0009-0007-0742-2512
Pedro Miguel Santos Dinis Parreira[2] ORCID: 0000-0002-3880-6590
Verónica Rita Dias Coutinho[2] ORCID: 0000-0001-8073-4562
Bruna Maiara Ferreira Barreto Pires[1] ORCID: 0000-0002-5584-8194

[1] Universidade Federal Fluminense, Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa. Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.
[2] Universidade de Coimbra, Escola Superior de Enfermagem da Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.

Como citar: Oliveira RM, Morais JQ, Parreira PMSD, Coutinho VRD, Pires BMFB. Construction of a serious game on chronic wounds supported by artificial intelligence: a methodological study. Online Braz J Nurs. 2026;25(Suppl1):e20267067. https://doi.org/10.17665/1676-4285.20267067

RESUMO

Objetivo: Descrever a construção de um *serious game* voltado ao ensino de enfermagem no cuidado a pessoas com feridas crônicas, desenvolvido com apoio da inteligência artificial generativa, sob supervisão e responsabilidade científica dos autores. **Método:** Estudo metodológico, focado na fase de construção tecnológica, fundamentado nas etapas de Análise, Design e Desenvolvimento do modelo ADDIE e no *Design Thinking*. A engenharia do código em *React.js* foi realizada pela equipe de investigadores com apoio da inteligência artificial generativa no ambiente *CodeSandbox*, com armazenamento no *Firebase*. O delineamento incluiu a aprovação ética no Brasil e em Portugal para a subsequente etapa de validação por juízes especialistas e avaliação por acadêmicos de enfermagem. **Resultados:** O simulador consolidou-se em uma arquitetura de tela única estruturada em quatro módulos operacionais. O sistema integra chaves interativas para internacionalização transcultural entre Brasil e Portugal, gerenciamento de estímulos cromáticos, nos modos *Dark*/*Light*, sonoros, mecânica de randomização de cenários e *feedback* imediato baseado em evidências a cada acerto ou erro cometido. **Conclusão:** O estudo demonstra que o enfermeiro pode liderar a produção de tecnologias digitais, entregando uma ferramenta prática, autônoma e transcultural voltada ao ensino de enfermagem.
Descritores: Gamificação; Informática em Enfermagem; Inteligência Artificial; Ferimentos e Lesões; Tecnologia Educacional.

ABSTRACT

Objective: To describe the construction of a serious game aimed at nursing education in the care of people with chronic wounds, developed with the support of generative artificial intelligence, under the supervision and scientific responsibility of the authors. **Method:** A methodological study focusing on the technological construction phase, grounded in the Analysis, Design, and Development stages of the ADDIE model and Design Thinking. Code engineering in React.js was performed by the research team with the support of generative artificial intelligence in the CodeSandbox environment, with storage on Firebase. The design included ethical approval in Brazil and Portugal for the subsequent validation stage by expert judges and evaluation by nursing students. **Results:** The simulator was consolidated into a single-screen architecture structured into four operational modules. The system integrates interactive keys for cross-cultural adaptation between Brazil and Portugal, management of chromatic stimuli (in Dark/Light modes) and sound stimuli, scenario randomization mechanics, and immediate evidence-based feedback for each correct or incorrect action. **Conclusion:** The study demonstrates that nurses can lead the production of digital technologies, delivering a practical, autonomous, and cross-cultural tool aimed at nursing education.
Descriptors: Gamification; Nursing Informatics; Artificial Intelligence; Wounds and Injuries; Educational Technology.

RESUMEN

Objetivo: Describir la construcción de un *serious game* enfocado en la enseñanza de enfermería para el cuidado de personas con heridas crónicas, desarrollado con el apoyo de inteligencia artificial generativa, bajo la supervisión y la responsabilidad científica de los autores. **Método:** Estudio metodológico, centrado en la fase de construcción tecnológica, fundamentado en las etapas de Análisis, Diseño y Desarrollo del modelo ADDIE y en el *Design Thinking*. La ingeniería del código en React.js fue realizada por el equipo de investigadores con el soporte de inteligencia artificial generativa en el entorno *CodeSandbox*, con almacenamiento en *Firebase*. El diseño incluyó la aprobación ética en Brasil y Portugal para la posterior etapa de validación por jueces expertos y evaluación por estudiantes de enfermería. **Resultados:** El simulador se consolidó en una arquitectura de pantalla única estructurada en cuatro módulos operativos. El sistema integra claves interactivas para la adaptación transcultural entre Brasil y Portugal, gestión de estímulos cromáticos (en modos *Dark/Light*) y sonoros, mecánica de aleatorización de escenarios y *feedback* inmediato basado en evidencias ante cada acierto o error cometido.
Conclusión: El estudio demuestra que el enfermero puede liderar la producción de tecnologías digitales, entregando una herramienta práctica, autónoma y transcultural orientada a la enseñanza de enfermería.
Descriptores: Gamificación; Informática Aplicada a la Enfermería; Inteligencia Artificial; Heridas y Lesiones; Tecnología Educacional.

Editores:
Rosimere Ferreira Santana (ORCID: 0000-0002-4593-3715)
Geilsa Soraia Cavalcanti Valente (ORCID: 0000-0003-4488-4912)

Editora:
Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa – UFF
Rua Dr. Celestino, 74 – Centro, CEP: 24020-091 – Niterói, RJ, Brasil
E-mail da revista: objn.cme@id.uff.br

Autor correspondente:
Raphael Monteiro de Oliveira
E-mail: raphaelmonteiro@id.uff.br

O que já se sabe:

- O desenvolvimento de tecnologias educativas digitais na enfermagem tradicionalmente demanda altos custos financeiros e a contratação de equipes extensas de programação.
- Jogos interativos baseados em simulação clínica e com retorno imediato são ferramentas eficazes para o treinamento de estudantes.

O que este artigo acrescenta:

- O uso de inteligência artificial generativa guiada por comandos diretos do enfermeiro democratiza a construção de aplicativos educativos, reduzindo custos.
- O simulador materializa uma ferramenta pedagógica transcultural que padroniza o aprendizado clínico sobre feridas crônicas entre estudantes do Brasil e de Portugal.

INTRODUÇÃO

A inserção da Inteligência Artificial (IA) na saúde representa uma nova fase na formação em enfermagem e redefine sua utilização como possível extensão da criatividade pedagógica inerente ao ser humano. Longe de se limitar a uma automação de tarefas repetitivas, a IA surge como um recurso com potencial transformador, capaz de otimizar, de forma integrada, tanto os complexos fluxos de trabalho quanto as práticas e processos educativos que caracterizam a profissão[1].

Dentro desse panorama, que parte da literatura denomina Quarta Revolução Industrial, o estudo aponta que a disseminação da IA vem reconstruindo as estruturas e a própria prestação de cuidados em saúde, o que passa a exigir do enfermeiro um posicionamento crítico, proativo e de constante aperfeiçoamento em relação à sua formação tecnológica[2].

Essa transição digital tem sido responsável por uma mudança no processo de ensino-aprendizagem, deslocando ainda mais o eixo pedagógico, focado em modelos tradicionais, passivos e historicamente centrados na figura do docente, para modelos de aprendizagem ativa. É nesse novo cenário que ganha força a utilização dos *Serious Games* — aplicações digitais estruturadas que, embora utilizem a interatividade, têm como propósito educar, treinar habilidades técnicas e desenvolver o julgamento crítico, distanciando-se completamente do mero entretenimento[3].

Estas ferramentas operam estrategicamente por meio de mecanismos de *feedback* imediato, sistemas de recompensa e desafios de complexidade progressiva, que aumentam o tempo de engajamento do aluno com o material didático e, consequentemente, ampliam a taxa de retenção do conhecimento clínico[1,4].

Neste contexto, uma área que requer atenção no ensino de enfermagem é a de feridas crônicas, uma vez que um estudo recente caracteriza essas lesões como uma "epidemia silenciosa" que exerce um impacto financeiro e assistencial importante nos sistemas de saúde[5]. Esse cenário torna urgente o desenvolvimento de estratégias educacionais inovadoras que preparem os futuros profissionais para tomadas de decisão rápidas no cuidado às pessoas com essas feridas.

Diante dessa necessidade, ao unir diretrizes e manuais com a flexibilidade de cenários virtuais interativos, torna-se possível converter o estudo passivo em experiências vibrantes de tomada de decisão em tempo real, uma vez que as simulações oferecem benefícios significativos na aquisição de conhecimentos e na preservação da segurança do paciente[1].

Esta abordagem metodológica permite que o futuro profissional possa ajuizar as consequências de suas escolhas e ajuste as suas condutas dentro de um cenário estritamente controlado, o que pode reduzir a ansiedade acadêmica e fortalecer a autoconfiança necessária para a futura prestação de cuidados reais à beira do leito[1,3].

Apesar do amplo reconhecimento científico acerca da eficácia dos jogos no ensino superior, a real implementação e o desenvolvimento dessas ferramentas enfrentam barreiras operacionais severas no cotidiano das instituições, onde a criação dessas soluções costuma demandar investimentos financeiros elevados, prazos de execução excessivamente longos e a mediação obrigatória de equipes multidisciplinares de desenvolvimento técnico[3,6].

Frente a estes desafios, a IA surge como um elemento impulsionador indispensável, permitindo que o próprio enfermeiro assuma o controle da arquitetura do *software* e converta suas ideias em linhas de código lógicas. Embora a integração da IA na academia ainda seja vista pelos educadores como um desafio metodológico em consolidação[6], o uso da tecnologia como ferramenta de apoio direto ao desenvolvimento pelo docente preenche uma lacuna crítica, garantindo o rigor científico e a fidelidade pedagógica desde o início da construção.

Sendo assim, a construção de simuladores de decisão gamificados, resultante dessa combinação emergente entre a expertise clínica humana e a agilidade algorítmica da tecnologia, materializa o avanço metodológico. Tal abordagem não só personaliza a jornada de aprendizagem do estudante, como também promove o domínio seguro de protocolos complexos através de uma trajetória fundamentada e com redução de riscos reais[6].

É importante destacar, contudo, que o uso de agentes e ferramentas de IA no processo criativo não transfere a esses sistemas a autoria, a criatividade ou a responsabilidade científica pelo produto desenvolvido. A máquina opera na transformação de instruções humanas em código e conteúdo, mas a concepção pedagógica, a avaliação da pertinência clínica e a responsabilidade final pelo conteúdo permanecem sob a governança do enfermeiro, detentor do conhecimento técnico e científico da área.

Face ao exposto, este estudo tem o objetivo de descrever a construção de um *serious game* voltado ao ensino de enfermagem no cuidado a pessoas com feridas crônicas, desenvolvido com apoio da inteligência artificial generativa, sob supervisão e responsabilidade científica dos autores.

MÉTODO

Desenho de estudo e fundamentação

A presente investigação faz parte de uma das etapas do estudo metodológico direcionado à construção e valida-

ção de um *serious game*, intitulado "*Studyferida*", voltado ao aprimoramento do julgamento clínico dos acadêmicos de enfermagem sobre o cuidado às pessoas com feridas crônicas.

Metodologicamente, determinou-se que a dinâmica da tecnologia ocorreria no formato de *quiz* interativo, onde cada situação clínica apresentada ao estudante traria quatro alternativas de resposta, sendo apenas uma correta. Reconhece-se a existência de diferentes referenciais metodológicos destinados ao desenvolvimento e à validação de tecnologias em saúde; no presente estudo, optou-se pela associação entre o *Design Thinking* e o modelo ADDIE (Analysis, Design, Development) como referencial estruturante, por sua adequação às etapas de concepção, design e desenvolvimento aqui relatadas.

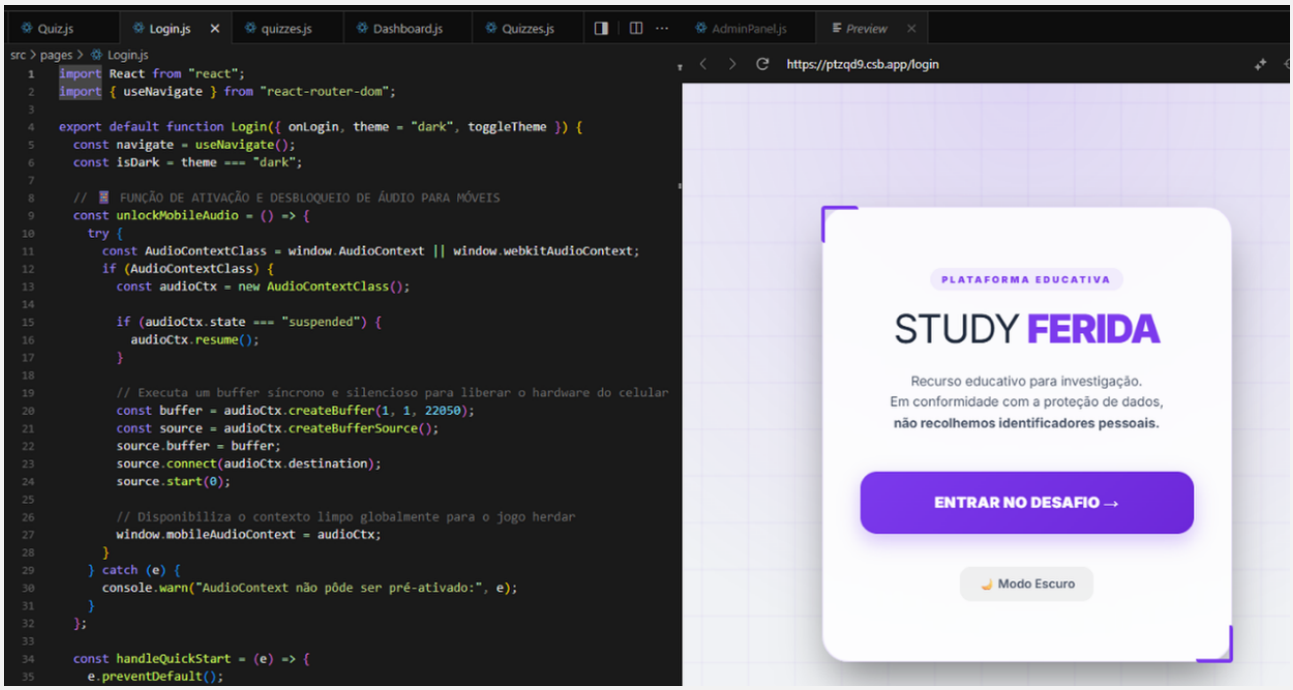
O processo de construção foi baseado na trajetória de integração entre o conhecimento teórico estruturado e os modelos participativos de suporte para o delineamento de intervenções e ferramentas tecnológicas no campo da saúde[7]. Conforme relatado, o processo de concepção e idealização inicial da tecnologia foi norteado pela abordagem do *Design Thinking*, que é um modelo de resolução de problemas de natureza interativa e centrada no ser humano, cujo propósito reside na tomada de decisões empáticas, criativas e analíticas para o manejo de desafios complexos[8]. Essa metodologia oferece a sustentação necessária para identificar as dores e requisitos dos estudantes de enfermagem, refinando o direcionamento das três primeiras fases do modelo de design instrucional ADDIE adotado para a estruturação do simulador[9].

A IA e o humano na otimização de códigos no sandbox

O processo prático de desenvolvimento dispensou o modelo tradicional de contratação de equipes de tecnologia, ocorrendo por meio de um ciclo de criação entre os autores e com suporte do modelo de linguagem multimodal *Gemini* 1.5 Pro (*Google*), empregado na geração e na otimização do código da plataforma.

Para a materialização física dessas linhas de código utilizou-se o ambiente virtual do *CodeSandbox*. O fluxo de trabalho consistiu em submeter à IA requisições estruturadas de design e lógica pedagógica e, imediatamente, copiar o código gerado em *React.js* e *JavaScript* para o painel de edição do *sandbox*. O *CodeSandbox* atuou como um laboratório de simulação técnica em tempo real: à medida que a IA otimizava e ajustava os componentes orientados pelo humano, a interface gráfica era renderizada instantaneamente ao lado do código (Figura 1).

Figura 1 – Tela de desenvolvimento e ambiente de *sandboxing* no *CodeSandbox*: cruzamento analítico entre a engenharia de código em *React.js* e a renderização imediata da interface da plataforma *StudyFerida*. Coimbra, Portugal, 2026



Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

Para garantir a transparência do processo de produção do código, a interação entre o pesquisador e a inteligência artificial ocorreu por meio de um processo dialógico — não de prompts isolados e padronizados. Cada funcionalidade foi construída progressivamente, ao longo de sucessivas trocas em que o pesquisador apresentava o contexto pedagógico da tela a ser desenvolvida, refinava as especificações técnicas de layout, comportamento e integração com o *Firebase*, e avaliava continuamente a saída gerada até que esta atendesse aos critérios de aceitação estabelecidos.

As respostas geradas pela IA eram aceitas quando atendiam integralmente aos requisitos técnicos e pedagógicos estabelecidos, ajustadas por meio de novas trocas dialógicas de refinamento quando apresentavam incoerências

pontuais de lógica ou estilo; e integralmente rejeitadas e reformuladas quando comprometiam a exatidão pedagógica do conteúdo.

A equipe de investigação realizou ciclos contínuos de teste funcional e triagem técnica, atuando como o filtro primário de qualidade para validar internamente o comportamento do *serious game* e neutralizar eventuais "alucinações" do algoritmo, mantendo o controle absoluto sobre o realismo da ferramenta.

Cabe destacar que a ênfase deste estudo recai sobre a demonstração da capacidade do enfermeiro de liderar, de forma autônoma, a construção tecnológica de uma ferramenta educacional por meio da interação dialógica com a IA generativa — e não sobre a produção de conhecimento clínico inédito acerca do cuidado a feridas crônicas, tema que serviu como domínio de aplicação para essa demonstração metodológica.

Ainda assim, o rigor do conteúdo clínico incorporado foi assegurado por meio de dupla checagem, realizada por pelo menos dois integrantes da equipe de pesquisa com formação em enfermagem, de todo o conteúdo textual, clínico e de código gerado antes de sua incorporação definitiva ao simulador, com base em diretrizes assistenciais internacionais e na literatura científica sobre o cuidado a feridas crônicas.

As imagens hiper-realistas utilizadas nos cenários de simulação foram produzidas pelo modelo de geração de imagens por IA *Google Imagen* (*Google DeepMind*), integrado ao ecossistema *Google Gemini*, a partir de requisições e parâmetros clínicos formulados e otimizados pela equipe de pesquisa.

O formato *React* e a divisão por páginas

A estrutura do simulador foi construída utilizando a tecnologia *React.js*, escolhida por permitir a criação de componentes digitais que facilitam a organização visual do jogo. Para evitar o cansaço mental do estudante e garantir um aprendizado fluido, o sistema foi planejado de forma linear, dividindo a jornada em quatro telas principais, integradas por mecanismos de navegação que controlam o comportamento e as respostas do jogo a cada clique do usuário.

Para dar suporte a essa estrutura, a tecnologia foi integrada ao sistema *Firebase* da *Google*. Esse banco de dados em tempo real funciona como um arquivo digital dinâmico, responsável por guardar, de forma totalmente segura e anônima, as questões utilizadas.

Aspectos éticos e conformidade legal

Por se tratar do recorte focado no desenvolvimento tecnológico e na arquitetura de base do *software*, a etapa descrita neste manuscrito não envolveu a participação direta de seres humanos. Todavia, com vista a assegurar a integridade científica e o avanço do estudo metodológico, a pesquisa já se encontra formalmente aprovada pelos seguintes Comitês de Ética: no Brasil, através do parecer CAAE nº 90795825.8.0000.5243 e em Portugal, pelo Parecer nº P1270_02_2026, garantindo o amparo ético-legal necessário para a execução das etapas futuras de validação por juízes e avaliação com os acadêmicos de enfermagem dos dois países.

Ressalta-se que a coleta de dados com juízes especialistas e com acadêmicos de enfermagem ainda não foi realizada nesta etapa do estudo, sendo seus resultados objeto de manuscrito subsequente, no qual serão detalhados os participantes, os critérios de seleção, os instrumentos, os procedimentos de consentimento e a análise dos dados.

RESULTADOS

Arquitetura do sistema, estrutura por páginas e *layout* instrucional

A estratégia pedagógica foi materializada em um simulador digital funcional, navegável e modular, codificado em *React.js* e integrado à infraestrutura de banco de dados em tempo real do *Firebase*. O *layout* foi concebido para funcionar como uma extensão do processo de aprendizado do estudante, organizando o simulador de forma linear em quatro páginas principais (Figura 2).

A primeira janela foi chamada de tela de acolhimento, que funciona como o portal de imersão inicial do usuário, apresentando de forma direta o cenário da simulação, o botão de partida e, exibe, de forma transparente, os avisos de conformidade com a proteção de dados. Não há coleta, armazenamento ou processamento de dados pessoais dos usuários, uma vez que o acesso ao simulador dispensa cadastro, autenticação ou identificação individual, em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), assegurando que a plataforma opera sob preceitos éticos e de anonimato.

Ao iniciar, o usuário acessa o painel central de autogestão, chamado de *dashboard*. Ele foi projetado como o núcleo de identidade e monitoramento do participante. Apresenta o indicador de posição no concurso atual, a pontuação acumulada em experiência (*XP*) e a taxa de precisão média geral calculada dinamicamente, permitindo ao estudante analisar seu desempenho global antes de iniciar a atividade.

A terceira parte é o módulo de seleção temática e progressão, que atua como o centro de escolhas e controle pedagógico do jogo. Nele, o usuário navega entre os temas estruturados como "Lesão por Pressão" e "Membros Inferiores" e visualiza o progresso percentual no Nível 1 (Fundamentos), enquanto o Nível 2 (Prática Clínica) permanece com uma trava algorítmica visual de bloqueio até que a meta de desempenho de 80% seja atingida.

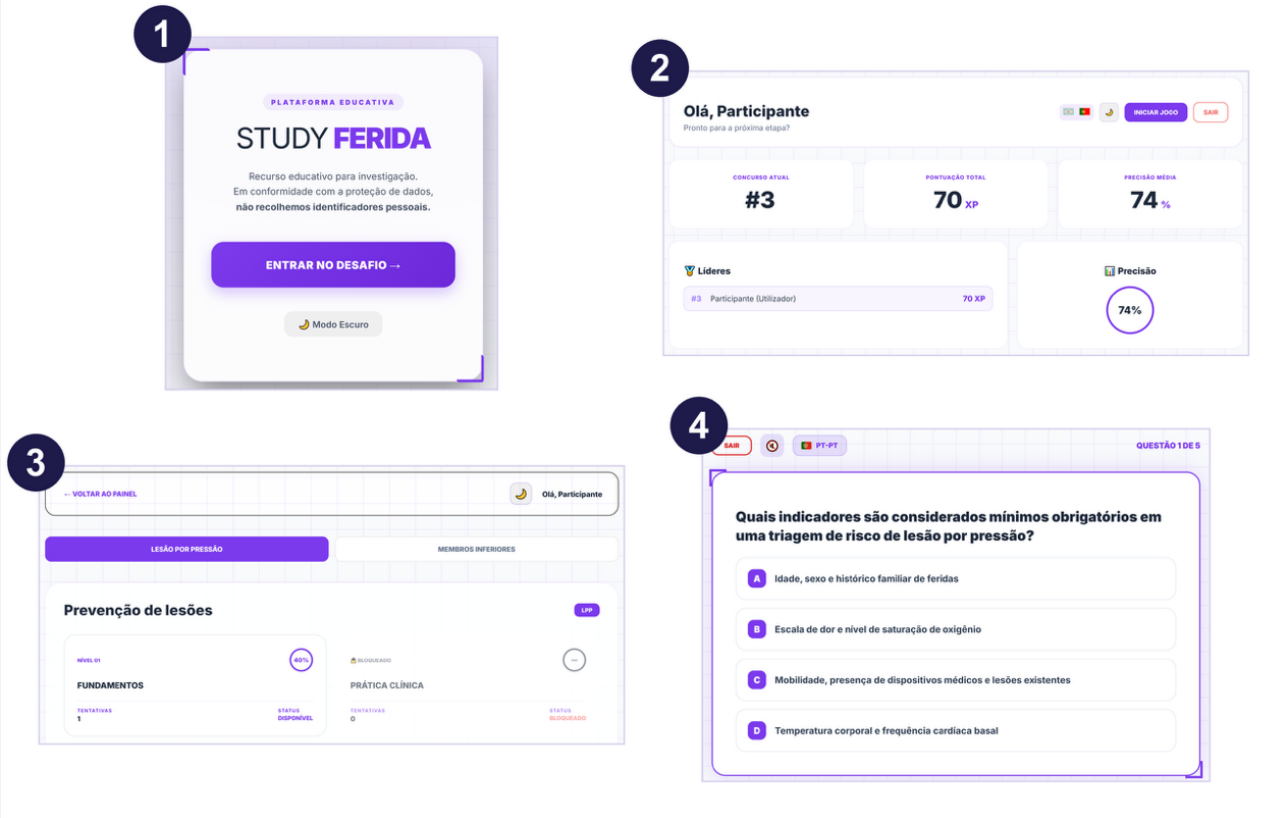
Por fim, a célula de simulação clínica é o núcleo operativo de tomada de decisão. O *layout* organiza, em tela única, o marcador do progresso de questões (ex: "Questão 1 de 5"), a zona do enunciado com a situação clínica baseada nas diretrizes internacionais e a interface interativa com quatro alternativas de múltipla escolha.

Gerenciamento de estímulos: dualidade cromática e sonorização

A implementação da alternância entre os modos *Dark* (Escuro) e *Light* (Claro) foi incorporada na interface para atuar diretamente no manejo do esforço mental e da fadiga

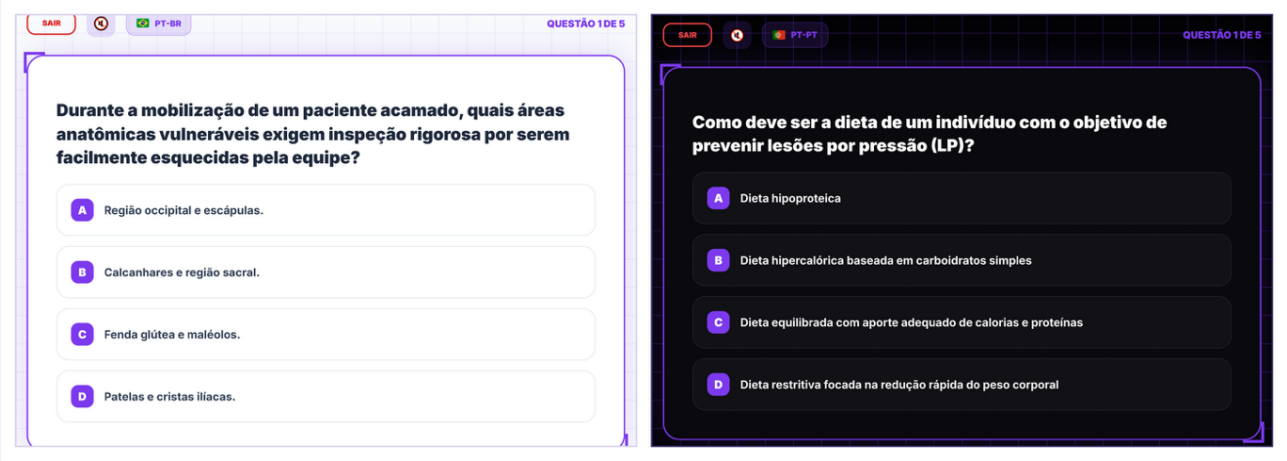
do usuário. O *Dark* aplica uma dualidade cromática focada na redução do cansaço visual e no aumento do contraste de elementos críticos, facilitando a atenção seletiva em períodos prolongados de estudo. O *Light* assegura a legibilidade ideal sob condições de alta luminosidade ambiental (Figura 3).

Figura 2 – Arquitetura de interface e fluxo de navegação do usuário no simulador *StudyFerida*: (1) Tela de Acolhimento; (2) Painel Central de Autogestão (*Dashboard*); (3) Módulo de Seleção Temática e Progressão por níveis; (4) Célula de Simulação Clínica no formato de *quiz*, evidenciando no topo os seletores gráficos de idioma (bandeiras) e a chave de internacionalização ativa (*PT-PT*). Coimbra, Portugal, 2026



Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

Figura 3 – Interface operacional da célula de simulação clínica: demonstração da dualidade cromática (modos *Light* e *Dark*), recursos de sonorização e o sistema de internacionalização linguística transcultural (PT-BR / PT-PT). Coimbra, Portugal, 2026



Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

Complementarmente, a arquitetura de áudio do simulador integrou estímulos sonoros discretos para acertos e erros, operando como reforço positivo e alerta imediato para correção do pensamento, além de uma trilha sonora suave de fundo voltada a promover o engajamento multissensorial. Respeitando a autonomia do estudante, o controle de ativação ou silenciamento de todos os recursos sonoros e cromáticos foi disponibilizado por meio de comandos de preferência de clique rápido na interface gráfica.

Internacionalização e adaptação transcultural (PT-BR e PT-PT)

Um resultado expressivo de impacto pedagógico consiste no esforço para a consolidação de uma ferramenta luso-brasileira unificada. O simulador foi programado para operar de forma flexível tanto no português do Brasil quanto no de Portugal, por meio de um processo em desenvolvimento de adaptação técnica e terminológica, visando aproximar o simulador das duas realidades clínicas.

Para tanto, a engenharia do *software* busca reduzir o uso de traduções automáticas e iniciou o mapeamento de termos equivalentes da prática assistencial de enfermagem, organizados em um arquivo modular de dicionário de *strings* (*locales*). Reconhece-se que essa matriz linguística não se encontra estática ou definitiva; trata-se de um alinhamento progressivo baseado nos principais termos recomendados pelas diretrizes de ambos os países, estruturado justamente para eliminar barreiras de compreensão e viabilizar, futuramente, a cooperação internacional (Tabela 1).

Tabela 1 – Matriz com algumas equivalências terminológicas, clínicas e ortográficas para adaptação transcultural no simulador. Coimbra, Portugal, 2026

Categoria de Adaptação	**Termo de Referência (Brasil – PT-BR)**	**Termo de Equivalência (Portugal – PT-PT)**
Atores do cenário	Paciente(s) Equipe(s)	Utente(s) Equipa(s)
Terminologia clínica e procedimentos	Curativo(s) Mudança de decúbito Banho no leito Hiperemiada/o Gaze(s)	Penso(s) Alternância de posicionamento Higiene no leito Com eritema Compressa(s)
Ações de sistema e patologias	Cadastrar Infecção(ões) Infarto	Registar Infeção(ões) Enfarte
Variações ortográficas	Gênero / Fêmur / Fenômeno Anatômico(a) Crônico(a) Isquêmico(a)/ Isquemia	Género / Fémur / Fenómeno Anatómico(a) Crónico(a) Isquémico(a) / Isquémia

Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

Mecânicas de gamificação: progressão por níveis e randomização

O sistema incorporou elementos de *Game Thinking* estruturados para sustentar a motivação intrínseca durante a tomada de decisão[10]. A engenharia pedagógica do simulador foi dividida em dois níveis progressivos de complexidade (Nível 1: Fundamentos e Nível 2: Prática clínica), estabelecendo uma trava algorítmica de *PassRate* (taxa de aprovação) mínima de 80% para que o estudante receba autorização do sistema para avançar de fase. Esse valor foi estabelecido pela equipe de pesquisa como parâmetro de proficiência mínima, alinhado à lógica da aprendizagem por domínio (*mastery learning*), podendo ser recalibrado em estudos futuros de validação.

Para romper com o modelo de memorização mecânica, cada nível foi acoplado a um banco de dados dinâmico contendo aproximadamente 15 questões, das quais um subconjunto de 5 questões é selecionado e apresentado ao usuário de forma completamente aleatória (randomizada) pelo algoritmo a cada nova partida. Essa dinâmica de randomização garante que cada tentativa no simulador configure um desafio cognitivo inédito, sustentando o estado de fluxo (*flow*) onde o erro deixa de ser punitivo e passa a ser configurado como um convite ao aperfeiçoamento contínuo do julgamento clínico[11].

O *feedback* imediato como estratégia de metacognição ativa

O diferencial crítico do simulador reside no seu sistema de *feedback* imediato baseado em evidências, disparado de forma responsiva a cada tomada de decisão do estudante, independentemente do acerto ou erro na célula de simulação. Ao processar a escolha do usuário, o sistema apresenta imediatamente na tela uma justificativa técnica clara, o fundamento científico direto baseado nas diretrizes internacionais e *links* direcionados para as fontes bibliográficas.

Inovação Visual vs. Limitações no Desenvolvimento Clínico

No que tange à dimensão estética e à fidelidade diagnóstica do simulador, o uso de ferramentas de IA generativa possibilitou a criação de imagens hiper-realistas para os cenários de simulação (Figura 4). A tela de aviso exibida

ao usuário informa que essas imagens foram geradas por inteligência artificial e explicita a não reivindicação de direitos autorais pelos autores sobre esse conteúdo, com base nos termos de uso da ferramenta empregada.

Ressalva-se que o estatuto jurídico do conteúdo gerado por IA generativa permanece um tema em debate na literatura e na legislação de propriedade intelectual, o que recomenda cautela quanto à afirmação de isenção plena de direitos.

Figura 4 – Dimensão estética, ética e fidelidade diagnóstica do simulador: evidência da tela de aviso de isenção de direitos autorais (esquerda) e cenários de casos clínicos com imagens hiper-realistas de feridas crônicas geradas por IA generativa (direita). Coimbra, Portugal, 2026.



Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

DISCUSSÃO

A arquitetura pedagógica do simulador criado neste artigo, estruturada em níveis progressivos e barreiras algorítmicas de avanço, fundamenta-se nas diretrizes clássicas de *game design*, as quais determinam que os desafios de um sistema gamificado devem ser modularizados para garantir o equilíbrio exato entre a habilidade do usuário e a complexidade do *software*[10]. Essa necessidade de estruturação metodológica corrobora com evidência global recente, que defendem o uso da gamificação na educação em enfermagem como estratégia crucial para o engajamento a longo prazo[3].

No contexto do ensino de enfermagem, essa progressão corrobora a dinâmica de pontos de experiência (XP) acumulados na célula de simulação. Essa escolha de design instrucional associa dinâmicas gamificadas ao aumento da motivação intrínseca e à retenção do conhecimento em profissões médicas e assistenciais[4].

Adicionalmente, o incremento na frequência de uso do material didático gerado por dinâmicas de pontuação induz à repetição pedagógica, um dos fatores mais potentes para a consolidação da memória e retenção do conhecimento[4]. No entanto, conforme adverte a literatura, mecanismos de recompensa devem ser desenhados com cautela para que o foco na competição não eclipse a internalização do saber, cenário que o desenho do *StudyFerida* buscou mitigar, onde o acúmulo de XP assume uma função formativa e emancipatória substancialmente distinta das notas convencionais e de rankings punitivos[11].

Essa aproximação entre tecnologia e sensibilidade humana responde diretamente aos movimentos globais, onde o estudo realizado sobre o cenário da educação em enfermagem aponta que a abordagem do *Design Thinking* se consolidou como uma tendência evolutiva internacional, avançando de experiências isoladas para uma maturação pedagógica capaz de remodelar currículos e criar ambientes de aprendizagem inovadores, colaborativos e focados na empatia e na resolução criativa de problemas[8].

Todavia, as evidências atuais sobre essa temática ainda se mostram predominantemente descritivas e muito restritas a contextos específicos, carecendo de maior consistência metodológica ou de avaliações longitudinais[8]. É exatamente diante dessa necessidade de consolidação estrutural que o simulador *StudyFerida* propõe um avanço, uma vez que ao invés de se limitar a uma aplicação informal, o estudo está centrado no usuário do *Design Thinking* e nas etapas rígidas e sistemáticas do modelo instrucional ADDIE, entregando uma ferramenta com alto rigor de engenharia de *software* e com uma matriz de adaptação transcultural desenhada para aproximar o aprendizado clínico entre Brasil e Portugal.

Para além de seguir um modelo instrucional rígido, o grande diferencial deste trabalho está em romper com a forma tradicional de se produzir tecnologia na saúde, trazendo o enfermeiro para o centro da criação digital por meio do uso direto de ferramentas de inteligência artificial no processo de desenvolvimento. Na prática, a engenharia de *prompts* não foi apenas o ato de disparar comandos mecânicos; funcionou como uma verdadeira ponte de diálogo onde o conhecimento clínico e a experiência pedagógica dos pesquisadores traduziram as necessidades do ensino de enfermagem em linhas lógicas de código *React.js* e *JavaScript*.

No *StudyFerida*, a agilidade computacional da máquina esteve o tempo todo subordinada ao julgamento humano, sugerindo que é possível democratizar o desenvolvimento de simuladores de alto nível e reduzir custos institucionais proibitivos[6]. Acima de tudo, essa subordinação busca assegurar que a tecnologia se desenvolva alinhada ao rigor ético e aos valores centrais da ciência do cuidar[2].

Para além das mecânicas de jogo, a engenharia de interface do *serious game* buscou sustentação na neuroarquitetura instrucional. A estruturação da célula de simulação clínica em um arranjo de tela única alinha-se estritamente aos preceitos da Teoria da Carga Cognitiva[12]. Ao concentrar o caso clínico, as alternativas e os recursos interativos em um único campo visual, o sistema reduz deliberadamente a carga cognitiva estranha. Essa decisão preserva a capacidade da memória de trabalho do estudante, garantindo que o seu foco permaneça integralmente direcionado ao julgamento clínico e ao raciocínio diagnóstico necessário para o cuidado às pessoas com feridas crônicas.

A flexibilidade conferida ao usuário para alternar entre polaridades cromáticas negativas e positivas (*Dark* e *Light*) responde diretamente a achados experimentais. Esses estudos associam a fadiga visual e o desempenho de leitura de longo prazo à calibração entre a luminosidade da tela e a iluminação do ambiente circundante, demonstrando que o ajuste de contraste e polaridade em ambientes de baixa iluminação é crucial para reduzir o estresse ocular[13]. Somada a essa perspectiva, a introdução de estímulos sonoros informativos atua como um elemento de sinalização, direcionando a atenção do usuário e facilitando comandos de configuração rápida durante a interação[14].

Por fim, o realismo visual e o rigor metodológico do simulador tencionam o debate sobre os limites e as potencialidades do uso de inteligências artificiais na educação em saúde. O uso de ferramentas de IA generativa representa uma inovação educacional contemporânea ao viabilizar simulações clínicas imersivas na enfermagem[15].

No desenvolvimento de tecnologias para o cuidado de lesões, essa abordagem permite materializar representações visuais detalhadas de diferentes estágios de feridas crônicas e tipos de tecido, como granulação, esfacelo e necrose. Esse recurso supera as barreiras éticas e de privacidade associadas ao uso de fotografias reais de pacientes e mitiga os custos elevados de bancos de imagens comerciais. Contudo, a fidelidade diagnóstica dessas imagens ainda não foi formalmente validada, o que representa um risco potencial para o ensino do julgamento clínico caso haja imprecisões na representação dos tecidos; por isso, esse aspecto foi tratado como limitação deste estudo.

Essa estratégia responde diretamente a uma das grandes preocupações das instituições de ensino de enfermagem na atualidade: o custo proibitivo para a aquisição de ferramentas comerciais de simulação avançada baseadas em IA[6]. Ao produzir, com apoio da IA generativa, imagens altamente customizadas em um ecossistema próprio, o docente transpõe barreiras financeiras e metodológicas, entregando um ambiente autêntico indispensável para o desenvolvimento do julgamento clínico[1].

Contudo, emerge como contraponto e limitação a este modelo a alta complexidade na curadoria e construção algorítmica das situações-problema. Embora a IA ofereça celeridade na estruturação lógica do código e em refinamentos textuais, a literatura internacional adverte que ferramentas generativas estão sujeitas a vieses, simplificações conceituais ou alucinações de dados[16].

Desse modo, a elaboração de casos clínicos rigorosos e a calibração de alternativas de múltipla escolha exigiram um esforço humano analítico exaustivo de dupla checagem. Essa etapa de validação docente reafirma que, a despeito do suporte tecnológico, a segurança da aprendizagem e a fidelidade pedagógica indispensável ao ensino de enfermagem permanecem indissociáveis do julgamento intelectual humano.

Essa necessidade de validação docente rigorosa ganha relevo diante das preocupações da própria comunidade de educadores em enfermagem, que frequentemente relatam insegurança na calibração de ferramentas de IA nos currículos e temem o impacto de vieses algorítmicos na formação profissional[6]. Logo, a supervisão e o refinamento humano das simulações operam como filtros indispensáveis para garantir que os artefatos gerados por IA atendam perfeitamente aos padrões científicos da prática baseada em evidências[1].

Limitações

Por se tratar de um estudo metodológico descritivo, ainda não estão disponíveis dados de usabilidade, aceitabilidade ou desfecho de aprendizagem dos estudantes — o que é coerente com o escopo aqui delimitado, voltado à construção da tecnologia. A construção do simulador foi conduzida por uma equipe única, o que pode restringir a diversidade de perspectivas incorporadas à interface.

Do ponto de vista técnico, a fidelidade diagnóstica das imagens hiper-realistas geradas por IA ainda não foi formalmente validada por especialistas, configurando um risco potencial para o ensino do julgamento clínico caso existam imprecisões na representação dos tecidos. Da mesma forma, a reprodutibilidade integral do processo dialógico de coprodução com a IA é limitada pelo nível de detalhamento possível na documentação das trocas realizadas. O conteúdo gerado pela IA permanece, ainda, sujeito a vieses e imprecisões que, embora mitigados pela dupla checagem da equipe, não podem ser inteiramente descartados.

Estudos futuros devem endereçar essas lacunas, especialmente por meio de validação formal das imagens por especialistas em estomaterapia, estudos de usabilidade e de efetividade educacional com estudantes, e protocolos de documentação estruturada do processo dialógico de produção.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que a transferência do conhecimento clínico do enfermeiro para o ambiente digital pode ser um processo viável e autônomo, prescindindo de grandes e onerosos núcleos de desenvolvimento em informática. A utilização da IA como ferramenta de apoio tecnológico, sob a governança e o direcionamento intelectual do enfermeiro-pesquisador — a quem permanecem a autoria, a criatividade e a responsabilidade científica sobre o produto —, mostrou-se um caminho metodológico promissor e acessível, capaz de inspirar outros profissionais da saúde a protagonizarem a criação de suas próprias ferramentas educativas.

O simulador consolidou-se em uma arquitetura de tela única, concebida à luz da Teoria da Carga Cognitiva, para mitigar a fadiga do usuário e favorecer o manejo da carga cognitiva. Ao integrar mecânicas de *game thinking*, viabilizou uma navegação transcultural adaptada às realidades do Brasil e de Portugal.

Um dos aspectos centrais da tecnologia reside na entrega do *feedback* imediato baseado em evidências, pois ao interceptar o erro no instante exato em que ele ocorre, o sistema entrega a justificativa técnica ancorada nas diretrizes internacionais, transformando a falha em um gatilho para o refinamento do julgamento clínico.

Como direcionamento para as próximas etapas da pesquisa, destacam-se a necessidade de estudos de validação de conteúdo e de aparência por juízes especialistas, a avaliação da usabilidade e da experiência do usuário, a análise da acessibilidade e, posteriormente, a investigação da efetividade educacional e do impacto sobre a aprendizagem dos estudantes.

Em resumo, a principal contribuição deste estudo reside na democratização da produção tecnológica na enfermagem, rompendo com o paradigma de que o enfermeiro deve ser apenas um consumidor passivo de *softwares*. Ao evidenciar que a liderança do desenvolvimento digital pode emanar da própria categoria assistencial e docente, esta pesquisa entrega às instituições de ensino uma ferramenta prática e inovadora, projetada para fortalecer a construção de metodologias ativas.

*****Artigo extraído do Projeto de Doutorado intitulado "*Study-ferida*: construção e validação de jogo digital sobre feridas crônicas com foco no ensino", apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Cuidado em Saúde da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil, com defesa prevista para dezembro de 2026. O trabalho em questão fez parte do PDSE (PDSE - Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior).

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado durante o Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE), na Escola Superior de Enfermagem da Universidade de Coimbra com apoio financeiro, através da bolsa CAPES pelo processo nº 88881.220287/2025-01.

USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O processo prático de desenvolvimento da tecnologia dispensou o modelo tradicional de contratação de equipes de tecnologia, ocorrendo por meio de um ciclo de cocriação entre os autores e a Inteligência Artificial generativa Gemini 1.5 Pro. A engrenagem desse trabalho baseou-se na engenharia de instrução, na qual o pesquisador organizou o conhecimento pedagógico e a IA converteu em prompts estruturados para alimentar a tecnologia.

REFERÊNCIAS

1. Lifshits I, Rosenberg D. Artificial intelligence in nursing education: A scoping review. Nurse Educ Pract. 2024;80:104148. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.104148. PMID: 39405792.
2. Raposo DRA, Alves Júnior JS, Silva DTO, Alves RA, Santos DCM, Alves TM, et al. Avanços na assistência de enfermagem: uma revisão de escopo sobre o uso da Inteligência Artificial na ciência do cuidar. Contrib Cienc Soc. 2024;17(7):e8854. https://doi.org/10.55905/revconv.17n.7-417
3. Nylén-Eriksen M, Stojiljkovic M, Lillekroken D, Lindeflaten K, Hessevaagbakke E, Fløtlo TN, et al. Game-thinking; utilizing serious games and gamification in nursing education – a systematic review and meta-analysis. BMC Med Educ. 2025;25(1):140. https://doi.org/10.1186/s12909-024-06531-7. PMID: 39881301.
4. van Gaalen AEJ, Brouwer J, Schönrock-Adema J, Bouwkamp-Timmer T, Jaarsma ADC, Georgiadis JR. Gamification of health professions education: a systematic review. Adv Health Sci Educ Theory Pract. 2021;26(2):683-711. https://doi.org/10.1007/s10459-020-10000-3. PMID: 33128662.
5. Díaz-Herrera MÁ, González-Durán M, Rodríguez-Martínez FJ, Tujillo-Flores G, Tuset-Mateu N, Verdú-Soriano J, et al. The financial burden of chronic wounds in primary care: A real-world data analysis on cost and prevalence. Int J Nurs Stud Adv. 2025;8:100313. https://doi.org/10.1016/j.ijnsa.2025.100313. PMID: 40535786.
6. Rony MKK, Ahmad S, Tanha SM, Das DC, Akter MR, Khatun MA, et al. Nursing Educators' Perspectives on the Integration of Artificial Intelligence Into Academic Settings. SAGE Open Nurs. 2025;11:23779608251342931. https://doi.org/10.1177/23779608251342931. PMID: 40386172.
7. Harrison R, Ní Shé É, Debono D, Chauhan A, Newman B. Creating space for theory when codesigning healthcare interventions. J Eval Clin Pract. 2023;29(4):572-575. https://doi.org/10.1111/jep.13720. PMID: 35700040.
8. Wang D, Deng Y, Zeng L, Dong L, Payo RM, Zhang

F. Design thinking in nursing education: A scoping review. Nurse Educ Pract. 2026;90:104666. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.104666. PMID: 41365057.
9. Chang SL. The Systematic Design of Instruction. Educ Technol Res Dev. 2006;54(4):417-420. https://doi.org/10.1007/s11423-006-9606-0
10. Silva GF, Silva TSC, Perrone Filho M. Game Design. Porto Alegre: SAGAH; 2021.
11. Delage PEGA, Mendes ES, Paula JGF, Mendes ISB, Almeida MS, Costa FNA. Creation and application of a gamified strategy in nursing undergraduate education. Cogitare Enferm. 2021;26:e70221. https://doi.org/10.5380/ce.v26i0.70221
12. Sweller J, Ayres P, Kalyuga S. Cognitive Load Theory. New York: Springer; 2011.
13. Fan Q, Xie J, Dong Z, Wang Y. The effect of ambient illumination and text color on visual fatigue under negative polarity. Sensors (Basel). 2024;24(11):3516. https://doi.org/10.3390/s24113516. PMID: 38894307.
14. Mayer RE, Fiorella L, editors. The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. 3rd ed. New York: Cambridge University Press; 2022.
15. Park GE, Kim H, Go UR. Generative artificial intelligence in nursing: A scoping review. Collegian. 2024;31(6):428-436. https://doi.org/10.1016/j.colegn.2024.10.004
16. Topaz M, Peltonen LM, Michalowski M, Stiglic G, Ronquillo C, Pruinelli L, et al. The ChatGPT Effect: Nursing Education and Generative Artificial Intelligence. J Nurs Educ. 2025;64(6):e40-e43. https://doi.org/10.3928/01484834-20240126-01. PMID: 38302101.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção do estudo: Oliveira RM, Parreira PMSD, Coutinho VRD, Pires BMFB.
Obtenção de dados: Oliveira RM, Morais JQ, Parreira PMSD, Coutinho VRD, Pires BMFB.
Análise de dados: Oliveira RM, Morais JQ, Parreira PMSD, Coutinho VRD, Pires BMFB.
Interpretação dos dados: Oliveira RM, Morais JQ, Parreira PMSD, Coutinho VRD, Pires BMFB.
Todos os autores se responsabilizam pela redação textual e revisão crítica do conteúdo intelectual, pela versão final publicada e por todos os aspectos éticos, legais e científicos relacionados à exatidão e à integridade do estudo.

© 2026 Autores. Os autores mantêm os direitos autorais e concedem à Online Brazilian Journal of Nursing o direito de primeira publicação. Este artigo está licenciado sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).