



UTILIZAÇÃO DE IA GENERATIVA PARA SUPERAÇÃO DE DESAFIOS PEDAGÓGICOS: DESENVOLVIMENTO RÁPIDO DE FERRAMENTAS EDUCACIONAIS PARA ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6360

Autores: PAULO YGOR BELMIRO DOS SANTOS, LEANDRO POLONI DANTAS

Resumo: A educação em engenharia enfrenta desafios no desenvolvimento de recursos didáticos personalizados. Observa-se a dificuldade na produção de ferramentas educacionais adaptadas, devido a barreiras técnicas e temporais. Este artigo investiga como a inteligência artificial (IA) generativa pode democratizar o desenvolvimento desses recursos, analisando o potencial para superar tais desafios. Para isso, foi realizado um estudo de caso sobre a criação, mediada por IA generativa, de um Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis (SPICE) minimalista e seu website complementar. Constatou-se que a mediação por IA generativa permitiu a ampliação da visão pedagógica do docente, superando barreiras técnicas e de tempo. Assim, transforma-se o papel do docente de usuário passivo para cocriador de tecnologia educacional. A IA generativa mostrou-se uma ferramenta promissora para facilitar a materialização das visões pedagógicas em recursos concretos.

Palavras-chave: inteligência artificial generativa, ensino de engenharia, inovação pedagógica, tecnologia educacional, inteligência artificial generativa, ensino de engenharia, tecnologia educacional

UTILIZAÇÃO DE IA GENERATIVA PARA SUPERAÇÃO DE DESAFIOS PEDAGÓGICOS: DESENVOLVIMENTO RÁPIDO DE FERRAMENTAS EDUCACIONAIS PARA ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

A educação em engenharia enfrenta desafios constantes para acompanhar as rápidas transformações tecnológicas e as demandas do mercado de trabalho. Nesse contexto, a formação de engenheiros qualificados é essencial para o desenvolvimento de uma nação. Para isso, é fundamental buscar metodologias inovadoras que superem lacunas pedagógicas. As tecnologias digitais são aliadas nesse processo, permitindo novas formas de interação com o conhecimento e democratizando o acesso a experiências de aprendizagem relevantes aos alunos.

Entre essas ferramentas, os simuladores computacionais destacam-se por viabilizar experimentação virtual, visualização de fenômenos complexos e aplicação prática de conceitos teóricos. Especificamente na engenharia elétrica, os simuladores baseados em SPICE (*Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*) são amplamente adotados na indústria e academia. Embora os docentes identifiquem a necessidade das ferramentas personalizadas, o desenvolvimento tradicional oferece um desafio que exige conhecimentos avançados de programação e recursos temporais. Mesmo quando intencional, o desenvolvimento de lógica de programação demanda um percurso demorado para estudantes, desde conceitos iniciais até ferramentas funcionais, desviando o foco do aprendizado.

Esta limitação cria um abismo entre a visão pedagógica dos educadores e sua capacidade de materializar recursos didáticos ajustados. Consequentemente, muitos recorrem a ferramentas genéricas, frequentemente desalinhadas de contextos educacionais específicos.

Nesse cenário, a inteligência artificial (IA) generativa surge como potencializadora de mudanças. Sistemas que convertem requisitos didáticos em código funcional podem democratizar o desenvolvimento de recursos personalizados em prazos viáveis.

Apesar do crescente interesse em IA generativa na educação, grande parte das pesquisas concentra-se em tutoria inteligente ou personalização de aprendizagem, negligenciando seu potencial como facilitadora do desenvolvimento de ferramentas pelos próprios docentes. Esta abordagem representa uma mudança paradigmática: a IA generativa atua como colaboradora na cocriação de recursos didáticos.

Este trabalho propõe investigar como a IA generativa pode superar esses desafios através da democratização do desenvolvimento de ferramentas educacionais para engenharia. Especificamente, explora-se como educadores podem utilizá-la para criar rapidamente recursos personalizados sem programação avançada. Para isso, é feito um estudo de caso sobre a dinâmica facilitada pelo processo mediado por IA generativa aplicado ao desenvolvimento de um simulador SPICE minimalista escrito em linguagem C.

A pesquisa busca demonstrar não apenas viabilidade técnica, mas compreender como esta abordagem pode transformar a relação entre docentes e tecnologia, convertendo educadores em arquitetos ativos de soluções inovadoras para os desafios da engenharia brasileira.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

A literatura sobre tecnologias educacionais para engenharia é vasta, com diversos estudos explorando o impacto de simuladores e ferramentas interativas no processo de aprendizagem. Oliveira et al. (2023) destacam que tais tecnologias, especialmente simuladores de circuitos, quando integradas adequadamente ao currículo, podem melhorar significativamente a compreensão de conceitos abstratos, reduzindo lacunas entre teoria e prática. No entanto, como observado por García-Peñalvo (2023), a maioria dessas ferramentas é desenvolvida por especialistas em tecnologia, não pelos próprios docentes, criando frequentemente um desalinhamento crítico entre as necessidades pedagógicas específicas e as funcionalidades disponíveis – um paradoxo que limita a inovação educacional.

Quanto ao uso de IA generativa na educação em engenharia, Kumar et al. (2023) apresentam uma revisão sistemática sobre sistemas de tutoria inteligente, enfatizando seu potencial para personalização da aprendizagem, enquanto Zawacki-Richter et al. (2019) mapeiam quatro décadas de pesquisa sobre IA na educação superior, revelando que historicamente a automação do ensino prevalece sobre a capacitação docente. Estes estudos convergem em um ponto: a IA tem sido predominantemente aplicada como ferramenta para otimizar tarefas instrucionais, não como facilitadora do desenvolvimento ativo de recursos pelos educadores.

O conceito de "cocriação" entre humanos e IA generativa tem ganhado atenção recentemente, com trabalhos como o de Pimentel, Carvalho e Junger (2024) explorando como sistemas generativos podem atuar como parceiros criativos em processos de autoria híbrida, transcendendo o papel de meras ferramentas. Este paradigma ainda se encontra em estágio inicial na área de engenharia e aplicações práticas dessa abordagem para o desenvolvimento de ferramentas educacionais sob demanda permanecem largamente inexploradas, conforme atesta o relatório do McKinsey Global Institute (2025) sobre oportunidades de IA generativa em operações técnicas.

O presente trabalho se diferencia ao investigar especificamente como a IA generativa pode superar a barreira técnica que tradicionalmente impede docentes de materializar suas visões pedagógicas em ferramentas concretas. Ao contrário de abordagens que posicionam a IA generativa como substituta ou auxiliar do docente no processo de ensino, tal como descrito nos modelos de Kumar et al. (2023) e Zawacki-Richter et al. (2019), exploramos seu potencial como colaboradora ativa no processo de cocriação de recursos didáticos, na linha da cocriação proposta por Pimentel et al. (2024). Essa abordagem transforma o papel do educador: de consumidor passivo para produtor de tecnologias educacionais.

3 METODOLOGIA

Essa seção é dividida em três subseções. Na primeira, são identificados os desafios pedagógicos; depois, apresenta-se o processo de aprendizado mediado por IA generativa e por fim é apresentado um estudo de caso.

3.1 Identificação dos desafios pedagógicos

O ponto de partida dessa pesquisa foi a identificação sistemática dos desafios pedagógicos enfrentados no ensino de disciplinas técnicas de engenharia, particularmente algoritmos ou lógica de programação e circuitos elétricos. Através de análise da literatura e experiência docente, foram identificados obstáculos recorrentes que impactam a eficácia do processo de ensino-aprendizagem nestas áreas.

No ensino de algoritmos e lógica de programação, percebeu-se a dificuldade em materializar um projeto aplicável sem recorrer a recursos avançados, que estão além das competências atuais dos alunos ou fora do contexto da disciplina. Estudantes podem se sentir desencorajados quando desenvolvem apenas pequenos algoritmos e trechos de código sem compor um projeto maior, ou exemplos genéricos desconectados de aplicações relevantes para sua área de formação.

No contexto de circuitos elétricos, foram identificados desafios relacionados à compreensão intuitiva dos métodos matemáticos de análise (particularmente análise nodal), visualização do comportamento de circuitos e conexão entre simulação e experimentação prática. A complexidade operacional de simuladores comerciais frequentemente desvia o foco dos conceitos para questões de interface e configuração, prejudicando o processo de aprendizagem.

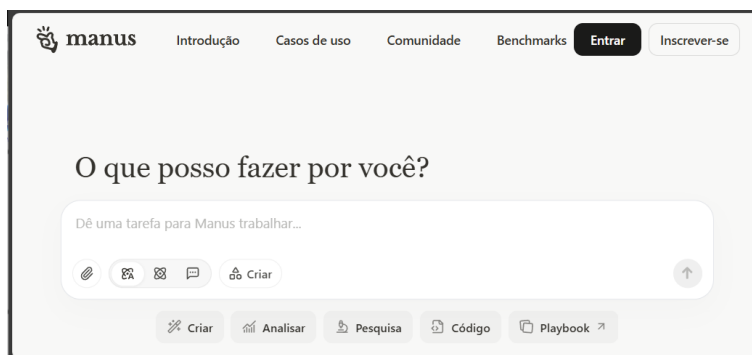
Adicionalmente, constatou-se limitações nas ferramentas existentes baseadas em SPICE. Simuladores comerciais como PSpice, LTspice e Multisim, embora poderosos, apresentam interfaces mais complexas com foco em resultados, sem terem sido projetados com objetivos didáticos de análise de circuitos.

A partir desta análise, foi identificada a necessidade de uma ferramenta educacional que: (1) integrasse conceitos de algoritmos e circuitos elétricos, permitindo explorar ambos os domínios simultaneamente; (2) apresentasse interface simplificada focada nos conceitos fundamentais; (3) facilitasse a conexão entre teoria e prática; e (4) fosse suficientemente acessível para adaptação a diferentes contextos didáticos.

3.2 Processo de desenvolvimento mediado por IA generativa

O desenvolvimento mediado por IA generativa seguiu uma abordagem iterativa centrada em requisitos pedagógicos claramente definidos. Foi utilizado o sistema Manus (Butterfly Effect, 2025), uma IA generativa avançada com capacidade de compreensão contextual e geração de código, como parceira no processo de desenvolvimento. Acessado gratuitamente pela internet, pode ser operado através de metodologia baseada em três passos: (1) formulação de *prompts* pedagógicos; (2) interação iterativa; e (3) refinamento. O pedido de tarefas consome créditos da plataforma, que disponibiliza uma quantidade diária renovável para uso. A Figura 1 apresenta a tela inicial do sistema Manus e sua interface para os pedidos de tarefas.

Figura 1 - Interface de tarefas com o Modelo de IA Manus.



Fonte: Autoria própria.

Na fase de formulação de *prompts*, os requisitos pedagógicos identificados são traduzidos em descrições detalhadas que comunicam não apenas as funcionalidades desejadas, mas também os objetivos didáticos subjacentes. O Quadro 1 apresenta o *prompt* inicial utilizado, que exemplifica esta abordagem pedagógica.

Quadro 1 - Prompt inicial.

Crie um projeto didático completo para análise de circuitos resistivos em CC, integrando programação em C com uma abordagem SPICE-like, material teórico e atividades práticas. O projeto deve incluir:

1. Código SPICE Minimalista em C

- Implemente um interpretador de netlist que:
 - Aceite entradas no formato SPICE clássico (ex.: V1 1 0 12, R1 1 2 100).
 - Resolva circuitos usando ****análise nodal**** e ****análise de malhas**** (opcional pelo usuário).
 - Calcule tensões nos nós, correntes nos ramos e potências.
 - Gere saída formatada (tabelas ASCII ou arquivo).

2. Material Didático

- Teoria:
 - Comparação entre análise nodal vs. malhas.
 - Explicação matemática da montagem da matriz (condutâncias/resistências).

3. Extensões Avançadas

- GUI ASCII Art:
 - Interface terminal que mostre o circuito como texto
 - Modo para comparar simulações com medições reais (via digitar leitura do multímetro nos nós, apresentando tabela com erro percentual)

Requisitos:

- Código em C puro (sem dependências externas).
- Documentação (explicando cada função e teoria).

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que o *prompt* não apenas especifica funcionalidades técnicas, mas também articula claramente os objetivos pedagógicos e as conexões desejadas entre diferentes domínios de conhecimento. Esta abordagem contrasta significativamente com especificações técnicas tradicionais, que frequentemente focam exclusivamente em requisitos funcionais sem contextualização pedagógica.

A interação com a IA generativa segue um processo iterativo de cocriação, onde cada resultado gerado é avaliado não apenas por sua correção técnica, mas principalmente por seu alinhamento com os objetivos pedagógicos. Quando necessário, são fornecidos *feedbacks* específicos para guiar refinamentos sucessivos. Por exemplo, após a implementação inicial do simulador baseado em arquivos de *netlist*, uma modificação foi solicitada para incluir uma interface via *prompt* de comandos, como mostrado no Quadro 2.

Este processo permitiu explorar múltiplas abordagens rapidamente, identificando a mais adequada para os objetivos didáticos estabelecidos. A capacidade da IA generativa de compreender tanto os requisitos técnicos quanto os objetivos pedagógicos foi fundamental para o sucesso desta abordagem.

Para avaliar a eficiência desta abordagem, registramos métricas como tempo total de desenvolvimento, número de iterações necessárias e complexidade do código resultante. Notamos também a autonomia gerada ao docente que não possui experiência em desenvolvimento de software e ferramentas didáticas, apenas reconhecimento da necessidade.

Um aspecto distintivo da metodologia é o foco constante nos objetivos pedagógicos durante todo o processo de desenvolvimento. Cada decisão técnica é avaliada primariamente por seu impacto educacional, não por considerações de eficiência computacional ou elegância do código. Esta abordagem, "pedagogia-primeiro", representa uma inversão significativa do fluxo tradicional de desenvolvimento de software educacional,

onde considerações técnicas frequentemente precedem e restringem possibilidades pedagógicas.

Quadro 2 - Prompt de refinamento.

Eu gostaria que alterasse o modo de leitura do código. Atualmente é feito por um arquivo externo (.net), mas eu gostaria que o usuário entrasse com cada linha pelo prompt.

Por exemplo:

Selecione a opção desejada.

1. Inserir componente
 2. Editar componente
 3. Importar netlist
 4. Salvar netlist em arquivo externo
 5. Resolver circuito
 6. Salvar resolução
- O usuário digita 1

Insira seu próximo componente

O usuário digita V1 1 0 10

Além disso, todo o resultado deve aparecer também no prompt, com a opção

1. Salvar para arquivo externo
2. Verificar medições
3. Voltar ao menu

Fonte: Autoria própria.

3.3 Caso de estudo: simulador SPICE minimalista

Como caso de estudo para avaliar o potencial da IA generativa na superação de desafios pedagógicos, um simulador SPICE minimalista foi desenvolvido em linguagem C e um website complementar para acesso dos estudantes. A escolha deste projeto específico baseou-se na possibilidade de integração de múltiplas disciplinas (circuitos elétricos, algoritmos, lógica de programação) e na complexidade técnica que tradicionalmente representaria uma barreira significativa para docentes sem conhecimentos avançados de programação.

Os requisitos pedagógicos específicos incluíam: (1) implementação transparente do algoritmo de análise nodal, permitindo que estudantes visualizassem cada etapa do processo; (2) interface interativa via *prompt* de comando que facilitasse experimentação incremental; (3) modo de comparação entre simulação e medições reais; (4) código modular e extensivamente comentado que pudesse servir como material didático para disciplinas de programação; e (5) website para compartilhamento do material didático e do projeto.

O desenvolvimento via IA generativa ocorreu em etapas claramente definidas. Inicialmente, foi solicitada a implementação básica do interpretador de *netlist* e do algoritmo de análise nodal. Após avaliar o resultado, o *prompt* foi refinado para incluir a interface interativa e recursos didáticos adicionais. A Figura 2 mostra a interface interativa do simulador resultante, implementada conforme as especificações pedagógicas:

Figura 2 - Interface do simulador.

```
G:\Meu Drive\8. Sistemas emb x + v - □ x

=== Simulador SPICE Minimalista Interativo ===
Bem-vindo ao modo interativo do simulador!

=== MENU PRINCIPAL ===
1. Inserir componente
2. Editar componente
3. Importar netlist
4. Salvar netlist em arquivo externo
5. Resolver circuito
6. Sair

Selecione a opção desejada:
```

Fonte: Autoria própria.

A interface permite que os usuários construam circuitos incrementalmente através de um menu intuitivo, oferecendo seis opções conforme mostrado na Figura 2.

Após a resolução do circuito, um submenu oferece três opções adicionais que podemos ver na Figura 3.

Figura 3 - Menu de resultados.

```
G:\Meu Drive\8. Sistemas emb x + v - □ x

=== MENU DE RESULTADOS ===
1. Salvar para arquivo externo
2. Verificar medições
3. Voltar ao menu principal

Selecione a opção desejada:
```

Fonte: Autoria própria.

Finalmente, foi solicitada a criação de um website complementar para disponibilizar o material aos estudantes, incluindo documentação, exemplos e acesso ao código-fonte. O website foi desenvolvido com design responsivo, permitindo acesso via dispositivos móveis, e hospedado em um servidor público para facilitar o acesso dos estudantes, disponível em <https://lshxaujx.manus.space/>.

O tempo total de desenvolvimento foi baixo: aproximadamente 4 horas para o simulador funcional e 2 horas adicionais para o website complementar. Um ponto de atenção é que este tempo foi passado sem a necessidade de monitoramento, exceto pela criação do *prompt* inicial, a avaliação de resultados e intervenção para novas solicitações. O tempo estimado utilizado com intervenção humana nesta colaboração foi de 20 minutos. Esta dinâmica representa uma verdadeira cocriação entre docente e IA generativa, onde o

educador mantém controle sobre os aspectos pedagógicos enquanto a IA generativa supera barreiras técnicas e de disponibilidade de tempo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção foi dividida em quatro partes. Onde são analisados o desenvolvimento mediado por IA generativa, o potencial pedagógico da ferramenta gerada, além de exemplificação de seu uso e uma breve reflexão sobre a democratização de recursos didáticos.

4.1 Desenvolvimento mediado por IA generativa

O desenvolvimento do simulador SPICE minimalista através da abordagem mediada por IA generativa permitiu explorar um novo paradigma na criação de ferramentas educacionais. O processo de cocriação entre docente e IA generativa, centrado em requisitos pedagógicos claramente definidos, resultou em um simulador funcional que implementa corretamente o algoritmo de análise nodal, processa *netlists* no formato SPICE padrão e calcula tensões nodais, correntes e potências.

A estrutura modular e os comentários no código facilitam sua compreensão e utilização como material didático, essas são características importantes para o objetivo pedagógico do projeto. A abordagem permitiu que a visão pedagógica orientasse o desenvolvimento técnico, em vez do contrário, como frequentemente ocorre em processos tradicionais.

Um aspecto relevante observado foi a capacidade de iteração proporcionada pela abordagem mediada por IA generativa. Quando identificadas necessidades de ajustes ou funcionalidades adicionais, como a implementação da interface interativa, foi possível realizar modificações de forma ágil. Esta característica pode ser particularmente valiosa no contexto educacional, onde a capacidade de adaptar recursos didáticos em resposta ao feedback e plano de ensino é importante.

É necessário ressaltar que o processo não elimina a necessidade de conhecimentos técnicos. Para interagir efetivamente com a IA generativa e avaliar os resultados gerados, ainda é necessário compreender conceitos fundamentais de programação e lógica algorítmica. No entanto, há uma mudança no tipo de conhecimento requerido, de "capacidade de implementação" para "capacidade de avaliação", o que pode ampliar o universo de educadores capazes de participar da criação de ferramentas personalizadas.

4.2 Potencial pedagógico da ferramenta gerada

O simulador SPICE minimalista com desenvolvimento mediado por IA generativa apresenta potencial pedagógico multidisciplinar, servindo simultaneamente como ferramenta para o ensino de algoritmos, lógica de programação e para a análise de circuitos elétricos. Esta versatilidade representa uma vantagem significativa sobre ferramentas comerciais especializadas, permitindo explorar conexões entre domínios que tradicionalmente são ensinados de forma isolada.

No contexto do ensino de algoritmos e estruturas de dados, o código-fonte do simulador oferece exemplos concretos e contextualmente relevantes de diversos conceitos fundamentais. A implementação do interpretador de *netlist* demonstra técnicas de processamento de texto e *parsing*, enquanto a montagem da matriz de condutâncias ilustra manipulação de matrizes bidimensionais. A resolução do sistema linear via eliminação gaussiana exemplifica algoritmos numéricos, e a estrutura geral do programa demonstra modularização, encapsulamento e separação de responsabilidades. O código fonte está documentado e disponível no website <https://lshxaujx.manus.space/codigo>.

Já do lado computacional, a implementação de *structs* para representar componentes do circuito (resistores e fontes) demonstra concretamente o conceito de tipos de dados compostos, enquanto as funções de análise nodal ilustram passagem de parâmetros, escopo de variáveis e manipulação de ponteiros. Estas características permitem que o simulador sirva como estudo de caso integrado em disciplinas de programação, conectando conceitos abstratos a aplicações práticas de engenharia.

Para o ensino de análise de circuitos, o simulador oferece uma abordagem transparente que expõe claramente os métodos matemáticos subjacentes no website gerado. Esta transparência facilita a compreensão dos fundamentos teóricos da análise nodal e sua implementação computacional. A Figura 4 é um exemplo do material teórico gerado como suporte ao projeto e hospedado pela Manus. Também, é possível editar o website, para melhor conformar com a necessidade e didática docente.

Figura 4 - Website sobre o projeto.



Fonte: Autoria própria.

4.3 Exemplo de aplicação – Ponte de Wheatstone

Para demonstrar a eficácia do simulador, é utilizado um exemplo clássico de circuito: a ponte de Wheatstone. Este circuito é particularmente interessante por sua aplicação em instrumentação e por ilustrar claramente o conceito de equilíbrio. O Quadro 3 mostra o *netlist* utilizado para definir o circuito.

Quadro 3 – *Netlist* de definição do circuito ponte de Wheatstone.

* *Netlist* gerado pelo Simulador SPICE Minimalista Interativo

```
V1 1 0 12,000000
R1 1 2 1000,000000
R2 2 0 2000,000000
R3 1 3 1500,000000
R4 3 0 3000,000000
RG 2 3 500,000000
```

Fonte: Autoria própria

Os resultados gerados após a simulação são apresentados no Quadro 4.

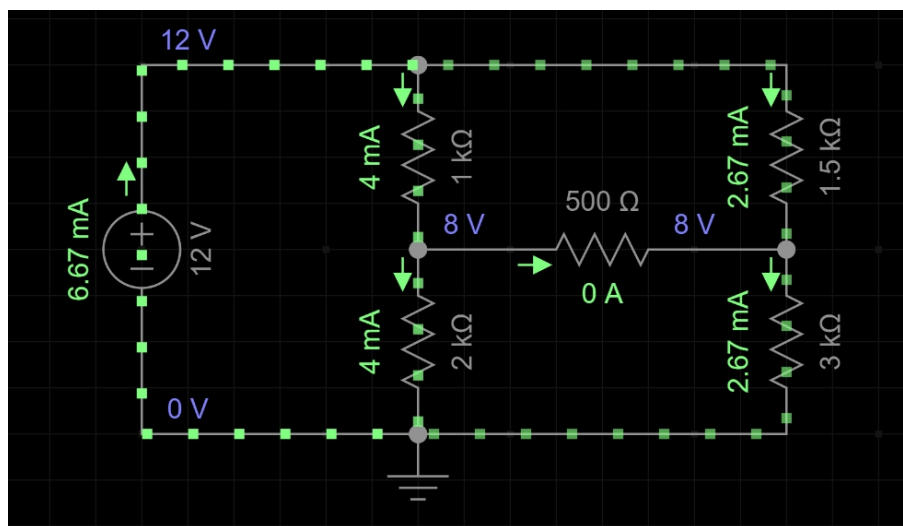
Quadro 4 – Resultado do circuito ponte de Wheatstone.

--- Resultados da Simulação SPICE Minimalista Interativo ---						
Node Voltages:						
Node 0	:	0,000000 V				
Node 1	:	12,000000 V				
Node 2	:	8,000000 V				
Node 3	:	8,000000 V				
Component Results:						
Name	Type	Node1	Node2	Current	Power (Absorbed)	
V1	V Source	1	0	-6,666667e-003 A	-8,000000e-002 W	
R1	Resistor	1	2	4,000000e-003 A	1,600000e-002 W	
R2	Resistor	2	0	4,000000e-003 A	3,200000e-002 W	
R3	Resistor	1	3	2,666667e-003 A	1,066667e-002 W	
R4	Resistor	3	0	2,666667e-003 A	2,133333e-002 W	
RG	Resistor	2	3	0,000000e+000 A	0,000000e+000 W	

Fonte: Autoria própria.

Para validar a acurácia do simulador, os resultados foram comparados com aqueles obtidos através do simulador comercial EveryCircuit (MUSE MAZE, INC., 2025), como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Circuito ponte de Wheatstone no EveryCircuit.



Fonte: Autoria própria.

A comparação mostra consistência entre os resultados do simulador minimalista e do EveryCircuit, com tensões nodais idênticas (*Node 2* e *Node 3* ambos a 8 V) e corrente de 0 A no resistor *RG*, confirmando o estado de equilíbrio da ponte. Esta verificação indica que o simulador desenvolvido produz resultados consistentes com ferramentas comerciais consagradas.

A interface interativa do simulador permite que usuários construam circuitos incrementalmente e visualizem resultados. O submenu de resultados, que oferece opções

para salvar dados e comparar com medições reais, possibilita a validação experimental e a reflexão sobre a relação entre modelos teóricos e comportamentos reais dos circuitos.

A ferramenta apresenta flexibilidade para adaptação a diferentes contextos didáticos. Pode ser utilizada como demonstração em aulas expositivas, como base para exercícios práticos, ou como plataforma para projetos onde estudantes modificam ou estendem o código. Esta versatilidade permite que a mesma ferramenta seja aplicada em diferentes níveis de formação.

4.4 Democratização da criação de recursos didáticos

O caso de estudo apresentado ilustra como a IA generativa pode democratizar significativamente a criação de recursos didáticos, superando barreiras técnicas que tradicionalmente limitam a capacidade de inovação pedagógica dos docentes. Esta democratização opera em múltiplos níveis, transformando fundamentalmente a relação entre educadores e tecnologia educacional.

No nível mais básico, a abordagem mediada por IA generativa reduz drasticamente os requisitos de conhecimento técnico necessários para desenvolver ferramentas educacionais funcionais. Docentes sem formação específica em desenvolvimento de software, mas com clara visão pedagógica, podem agora materializar suas ideias em ferramentas concretas. Esta mudança representa uma inversão significativa do paradigma tradicional, onde a tecnologia educacional é predominantemente criada por especialistas em tecnologia e posteriormente adotada (ou adaptada com limitações) por educadores.

A personalização de ferramentas para necessidades específicas emerge como outro benefício crucial desta democratização. Cada contexto educacional apresenta particularidades, seja no perfil dos estudantes, nos objetivos e profundidade de aprendizagem ou nas restrições institucionais, que raramente são contempladas adequadamente por ferramentas genéricas. A capacidade de criar rapidamente recursos personalizados permite que docentes respondam precisamente às necessidades de seus contextos específicos, potencialmente aumentando a eficácia das intervenções pedagógicas.

É importante reconhecer, no entanto, que esta democratização não elimina completamente a necessidade de conhecimentos técnicos. Docentes ainda precisam desenvolver competências para formular prompts efetivos, avaliar criticamente os resultados gerados pela IA generativa e identificar limitações ou problemas no código produzido. Estas novas competências, embora menos técnicas que a programação tradicional, representam um conjunto emergente de habilidades necessárias para educadores na era da IA generativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação sobre o uso de IA generativa para superar desafios pedagógicos na educação em engenharia, exemplificada pelo desenvolvimento do simulador SPICE minimalista, revela um potencial transformador para a criação de ferramentas educacionais. Os resultados demonstram que esta abordagem não apenas aumenta drasticamente a eficiência do desenvolvimento, reduzindo tempo e requisitos técnicos, mas também preserva e potencializa a visão pedagógica dos docentes, permitindo a criação de recursos didáticos verdadeiramente alinhados com objetivos educacionais específicos.

A transformação do papel docente na cocriação de tecnologias educacionais representa talvez o impacto mais significativo desta abordagem. Ao reduzir a barreira técnica que tradicionalmente separa a concepção pedagógica da implementação, a IA generativa permite que educadores assumam papel ativo como criadores, não apenas

consumidores, de ferramentas didáticas. Esta mudança de paradigma pode democratizar significativamente a inovação pedagógica, permitindo que ideias valiosas de educadores sem conhecimentos avançados de programação sejam materializadas em ferramentas funcionais.

Entre as limitações identificadas, destacamos que a abordagem ainda requer certo nível de familiaridade com conceitos de programação para formular *prompts* efetivos e avaliar criticamente os resultados. Adicionalmente, a qualidade do código gerado pela IA generativa, embora elevada, pode variar dependendo da complexidade do projeto e da clareza dos requisitos fornecidos. Questões relacionadas à propriedade intelectual e atribuição de autoria também emergem como considerações importantes que merecem investigação futura.

Como perspectivas futuras, vislumbramos o desenvolvimento de metodologias estruturadas para guiar docentes no processo de cocriação com IA generativa potencialmente incluindo bibliotecas de *prompts* pedagógicos e *frameworks* de avaliação específicos para ferramentas educacionais. Investigações sobre o impacto desta abordagem em diferentes contextos disciplinares e níveis educacionais também representam direções promissoras para pesquisas futuras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao SENAI-SP pelo apoio a este projeto.

REFERÊNCIAS

GARCÍA-PEÑALVO, F. J. **The perception of artificial intelligence in educational contexts after the launch of ChatGPT: Disruption or Panic?** EKS, v. 32, p. 89-104, 2023.

KUMAR, A. N. *et al.* **Intelligent tutoring systems for engineering education: a systematic review.** IEEE Access, v. 11, p. 12345–12367, 2023.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Generative AI and productivity: An emerging opportunity.** 2025.

OLIVEIRA, L. A. *et al.* **Inteligência artificial na educação: uma revisão integrativa da literatura.** Peer Review, v. 5, n. 24, 2023.

PIMENTEL, M.; CARVALHO, F.; JUNGER, V. **IA Generativa pode ser coautora?** Tríade: Comunicação, Cultura e Arte, v. 12, e024012, 2024.

ZAWACKI-RICHTER, O. *et al.* **Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?** International Journal of Educational Technology in Higher Education, v. 16, n. 1, p. 1-27, 2019.

MANUS. **Simulador SPICE minimalista.** Disponível em: <https://lshxaujx.manus.space/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MUSE MAZE, INC. **EveryCircuit: online circuit simulator.** Disponível em: <https://everycircuit.com>. Acesso em: 10 jun. 2025.

USE OF GENERATIVE AI TO OVERCOME PEDAGOGICAL CHALLENGES: RAPID DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL TOOLS FOR ENGINEERING

Abstract: *Engineering education faces challenges in the development of personalized teaching resources. There are difficulties in producing adapted educational tools due to technical and time constraints. This article investigates how generative artificial intelligence (AI) can democratize the development of such resources by analyzing its potential to overcome these barriers. To this end, a case study was conducted on the generative AI-mediated creation of a minimalist Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis (SPICE) and its complementary website. It was found that generative AI mediation enabled the expansion of the educator's pedagogical vision, overcoming technical and time limitations. Thus, the teacher's role shifts from passive user to co-creator of educational technology. Generative AI has proven to be a promising tool to facilitate the materialization of pedagogical visions into concrete resources.*

Keywords: *generative artificial intelligence, engineering education, educational technology*

