

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO



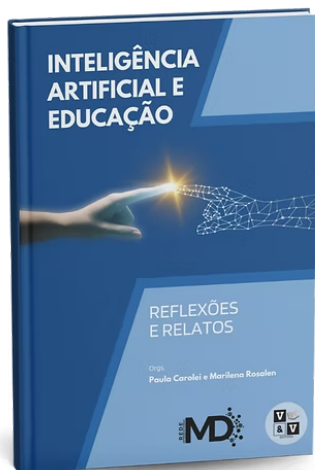
## REFLEXÕES E RELATOS

Orgs.  
Paula Corsi e Marilena Rozalen



[Início](#)[Sobre nós](#)[Conselho Editorial](#)[Nossos livros](#)[Publique conosco](#)[Pré-venda](#)[Contato](#)

PT

[< Voltar](#)

## Inteligência Artificial e Educação: reflexões e relatos

*Paula Carolei e Marilena Rosalen*

**Status** Publicado, aguardando revisão de prova.  
**ISBN** 978-65-6063-088-8  
**DOI** 10.47247/PC/6063.088.8  
**Páginas** 250  
**Ano** 2025

[Download](#)[Impresso](#)

» **Sobre o livro:**

SUMÁRIO



**1. Prefácio –****2. Inteligência Artificial na Educação: Aspectos Sociais e seus Impactos**

Alana Mércia Engel

**3. A inteligência artificial no apoio à criação de gamificação para o ensino de Matemática**

Bruno Henrique dos Santos, Paula Carolei

**4. Tutores digitais: Redefinindo práticas pedagógicas para formar inovadores**

Carlos Enrique Isaacs Bornand, Luiz Eduardo Galvão Martins, Marco Aurelio Ribeiro, Ignacio Zambrano, Maria Elizete Kunkel

**5. Potencialidades da Inteligência Artificial Generativa em Escolas de Governo**

Carlos Alberto Kalinovski Hoffmann, Júlio César Mota Silva e Rogério da Silva Nunes

**6. Personalização do Ensino com Inteligência Artificial: novas perspectivas para estudantes com altas habilidades/superdotação**

Cleide Covacevich Giovannetti

**7. Literatura e Tecnologias de Informação e Comunicação (Tics): práticas pedagógicas para inovação e inclusão**

Datyane Freitas de Alencar, Moema de Souza Esmeraldo

**8. A vigilância epistemológica no Ensino Superior: reflexões sobre Inteligência Artificial e a construção do conhecimento**

Felix Elias Cardoso Quintus

**9. Avaliação de assistentes de IA na criação de códigos de R para objetos interativos em ensino reprodutível**

José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva

**10. Literacia de prompts na produção de objetos didáticos interativos em ensino reprodutível para R & RStudio**

José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva

**11. Como a IA está transformando a educação?**

Gustavo de Sá Oliveira Lima, Jayane Santana Santos, Raquel Ferreira da Silva, Fabiana de Andrade Ferreira Vasconcelos, Marcos Antonio do Nascimento

**12. Uso da Inteligência Artificial para o desenvolvimento de Metodologias Ativas no Ensino de Biossegurança**

Matheus Matos Medina e Melissa Medeiros Markoski

**13. Jogos Educacionais e Inteligência Artificial: desafios e potencialidades no processo de Alfabetização**

Nathália Aparecida Gonçalves da Silva, Cleide Aparecida Leite Alve , Paula Carolei.

**14. Inteligência Artificial e Educação Especial : possíveis diálogos no uso da Inteligência Artificial no Atendimento Educacional Especializado**

Paulo Eduardo Silva Galvão

**15. Avaliação dos riscos da aplicação de IA na seleção de recursos de Tecnologias Assistivas no Atendimento Educacional Especializado**

Alex Sandro Pires de Lima, Arislany de Queiroz Sather

**16. Chatbots Personalizados para a Aprendizagem de Línguas Estrangeiras: pontes entre as Competências da UNESCO para IA e a Jornada de Aprendizagem**

Daniela Lyra Cardoso, Soraya Alves Lacerda

**17. Da Filosofia da Tecnologia à Neurotecnologia: Diálogos entre Álvaro Vieira Pinto e Miguel Nicolelis sobre os Desafios Contemporâneos da Inteligência Artificial**

Vicente Estevam Sandeski, Margarida Maria Sandeski

**18. O Professor no Século da IA: Superado ou Insuperável?**

Yris Araújo Bandeira, Francisco José Alves de Aquino

**»»» Autoria e organização:**

# **Avaliação de assistentes de IA na criação de códigos de R para objetos interativos em ensino reprodutível**

José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva

Departamento de Bioquímica, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)

Palavras-chave: ensino reprodutível, R & RStudio, objeto de aprendizagem, geração de código baseada em prompts, benchmarking

Ensino reprodutível (ER) consiste numa abordagem educacional ativa que envolve códigos de programação (máquina) contendo explicações em linguagem natural (humano), para compilação e compartilhamento de materiais didáticos. Entre esses destacam-se objetos interativos em ensino reprodutível (*OIER*), tal como ilustrado junto ao site educacional [Bioquanti](#). Um OIER requer uma linguagem de programação, o principal entrave à disseminação da metodologia. Contudo, a inteligência artificial (IA) tem contribuído para facilitar atividades outrora cedidas exclusivamente à ação humana, incluindo códigos de programação. Este capítulo avalia o desempenho de assistentes de IA para a criação de um OIER por linguagem R, abordando o código, a documentação, e a relevância pedagógica.

## **1 Ensino reprodutível**

Desde a concepção de *literacia em programação* (Knuth, 1984), esforços múltiplos tem sido envidados para a transparência e reprodutibilidade da pesquisa científica, algo hoje inserido no preâmbulo da *Ciência Aberta* (Kohrs *et al.*, 2023). Essa integração de código e texto tem alçado alguns poucos vãos em processos de ensino e aprendizagem nos últimos anos (Ball, 2023; Bean, 2023; Dogucu, 2024), permeando um conceito de *ensino reprodutível*, muito embora voltado quase que exclusivamente à Matemática e Estatística.

Contudo, entre as características favoráveis à implementação de *ER* para Educação em largo espectro, elencam-se o aprendizado de uma linguagem de programação (*letramento digital*), seu estímulo a um alvo prático de conteúdo curricular, o compartilhamento irrestrito de códigos e produtos, e a possibilidade de intervenção direta do aprendiz sobre o código e/ou o objeto de aprendizagem compilado (*metodologia ativa*). Tangente à essa última, um educador/educando pode

copiar e colar o código-fonte para simples reprodução em *software* específico, como também modificar o código buscando um produto diferente, e mesmo criar um novo código, a partir da apropriação de conhecimento do original.

## 2 R & RStudio

Qualquer linguagem de programação permite a escrita de um código juntamente à comentários elucidativos desse. Por outro lado, nem todas as linguagens possibilitam recursos interativos e *documentação dinâmica*, tal como desejável ao preparo de materiais didáticos para *ER*. Entre essas linguagens desponta-se a de estatística computacional [R](#) (Team, 2000). Desenvolvida em 1993 no Departamento de Estatística da Universidade de Auckland (NZ), a linguagem R é utilizada nos dias de hoje para qualquer área do conhecimento, como matemática, linguagens, e artes, bem como por grandes empresas, como *big techs* (Amazon, Google, Uber). Essa disseminação deve-se em parte pela natureza *open source* de seu código-fonte, aliada aos quase 22 mil pacotes atuais desenvolvidos por uma vasta e ativa comunidade na rede, garantindo sua extensibilidade significativa de aplicações.X

Como o R é uma linguagem de programação, seu uso dá-se por comandos de sintaxe específica. Para facilitar essa interação, diversas interfaces gráficas foram desenvolvidas, e das quais sobressaiu-se há tempos [RStudio](#) (RStudio Team, 2023). Pode-se utilizar os programas a partir de sua instalação em computador, ou por uma versão combinada em nuvem (*web app*) e de acesso aberto para o R e a interface integrada de desenvolvimento *RStudio*, flexibilizando ainda mais o seu uso.

## 3 R & RStudio e um site educacional: [Bioquanti](#)

Em outubro de 2022 foi disponibilizado um *website* de nome [Bioquanti](#), uma contração para *Bioquímica Quantitativa*. O *site* contém alguns *ebooks*, materiais didáticos, tutoriais interativos, e objetos interativos em ensino reprodutível (*OIER*), todos dedicados ao ensino superior na área homônima, e desenvolvidos ao longo de 5 anos. Ao final do ano passado, o *site* também passou a integrar alguns conteúdos para o ensino básico, espelhando tutoriais interativos com maior dialógica, além de alguns *OIERs* para Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Linguagens.X

Três de seus 4 *ebooks* e alguns tutoriais guiados, são voltados à aplicações em *Bioquímica* e áreas correlatas, utilizando três programas de distribuição livre: [Jmol](#),

um *software* consolidado para a visualização de modelos atômicos tridimensionais, [SISMA](#), um *software* didático desenvolvido na UNIFAL-MG para estudar temporalmente o comportamento de elementos conectados num diagrama (como vias metabólicas), e *R & RStudio* para cálculos, gráficos, tabelas e simulações que margeiam a *Bioquímica* em seu aspecto *quantitativo*.

#### **4 Inteligência artificial e a elaboração de um *OIER* com *R & RStudio***

Embora a plataforma *R & RStudio* constitua um recurso educacional aberto para aplicações variadas, e possua uma curva suave de aprendizado, enfrenta grande resistência para sua disseminação em ambiente educacional por tratar-se de uma linguagem de programação. Como tal, o R apresenta sintaxe própria, variáveis, estruturas de controle, funções, tipos de dados, operações lógicas e aritméticas, entre outros. Por outro lado, a inteligência artificial (IA), e particularmente a generativa, alimentada por modelos de aprendizado de máquina como os LLM (*Large Language Model* ou Modelo de Linguagem de Grande Porte), trabalham com grande volume de dados textuais para as mais diversas tarefas, incluindo a criação de códigos de programação.

Buscando auxílio na IA, portanto, um aprendiz poderia rapidamente obter um trecho de código que possibilite a elaboração de um *OIER*, objetivando sua reprodução (copiar/colar), personalização (edição do código), estudo e compartilhamento, como é desejável e basilar ao *ER*. Existem diversas ferramentas de IA para a condução de tal proposta, tornando flexível, embora complexa, a tarefa de escolha de um assistente de IA robusto para criação de um *OIER* por literacia de *prompts* (Moura; Carvalho, 2024). Nesta direção busca contribuir o texto que ora se apresenta.

### **5 Metodologia**

#### **5.1 Seleção de ferramentas de IA**

A fim de se avaliar diferenças entre assistentes de IA generativa para a produção de um *OIER*, foram selecionadas 5 ferramentas. A escolha não teve critérios técnicos, além da visibilidade das plataformas nos meios de comunicação. Contudo, num caso específico, *Maritaca AI*, a escolha deu-se por constituir uma ferramenta de IA generativa de iniciativa nacional, desenvolvida por pesquisadores da *startup* homônima junto à Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Outra ferramenta nacional de IA generativa, *SoberanaIA*, foi recentemente lançada pelo

governo do Piauí junto à Empresa de Tecnologia da Informação do Piauí (Etipi). Seus desenvolvedores argumentam ser baseada estritamente em banco nacional de dados, e para priorizar a qualificação do serviço público.

Para nivelar a qualidade das respostas, as ferramentas foram escolhidas em versão gratuita (*freemium*). As ferramentas e modelos associados foram:

1. [ChatGPT \(OpenAI\)](#). Modelo: 4o mini (jan/25);
2. [Gemini \(Google DeepMind\)](#). Modelo: Gemini 2.0 (dez/24);
3. [Claude \(Anthropic\)](#). Modelo: Claude 3.5 Sonnet (22/out/24);
4. [deepSeek \(Deepseek\)](#). Modelo: DeepSeek-V3 (jan/25);
5. [Maritaca AI \(Maritaca AI\)](#). Modelo: Sabiá-3 (11/dez/24)

## 5.2 Contextualização do OIER

Uma análise de *benchmarking* para comparação crítica do desempenho de agentes de IA envolve um conjunto de testes e métricas com literacia de *prompts* sequenciais em função da resposta do agente (Huang *et al.*, 2023). Exemplificando, inserção intencional de erro no código, uso de grande volume de dados em *datasets* (planilha), e otimização do código. Por simplificação, contudo, optamos nesse texto por uma instrução única, ou por um encadeamento curto. A instrução relaciona-se à *equação de gases ideais*, frequentemente referenciada no ensino básico (Ciências da Natureza e Suas Tecnologias), bem como no ensino superior (Física, Química, Bioquímica), e que descreve o comportamento dos gases ideais relacionando suas variáveis de estado, tal como segue na [Equação 1](#):X

$$PV = nRT \quad (1)$$

Onde:

P = Pressão do gás (*Pa*)

V = Volume ocupados (*m<sup>3</sup>*)

n = quantidade de mols (*mol*)

R = Constante universal dos gases (8,314 J/mol/K) T = Temperatura absoluta (*K*, Kelvin)

Em seguida, foram propostas 3 instruções similares, mas distintas entre si pela flexibilidade oferecida aos assistentes de IA, e definidas como *aberta* ou *fechada* para os testes, como segue:

Teste 1 - instrução fechada para variáveis de plotagem e interatividade:

"Elabore um objeto didático interativo em R, e que apresente um gráfico contendo a relação de número de mols, temperatura, pressão e volume. O gráfico deverá possuir um menu suspenso para a escolha de 5 valores de pressão, distantes cada um por uma unidade logarítmica embora presentes no menu com valores nominais, uma caixa de checagem para inserção na área do gráfico dos valores correspondentes de temperatura a cada mudança de pressão do menu, o volume como variável independente, e um controle deslizante para uma faixa com variação de 10 vezes no número de mols"

Teste 2 - instrução fechada para variáveis de plotagem, interatividade, e armazenamento em arquivo:

"Elabore um objeto didático interativo em R, e que apresente um gráfico contendo a relação de número de mols, temperatura, pressão e volume. O gráfico deverá possuir um menu suspenso para a escolha de 5 valores de pressão, distantes cada um por uma unidade logarítmica embora presentes no menu com valores nominais, uma caixa de checagem para inserção na área do gráfico dos valores correspondentes de temperatura a cada mudança de pressão do menu, o volume como variável independente, e um controle deslizante para uma faixa com variação de 10 vezes no número de mols. Para facilitar o compartilhamento, o gráfico interativo deve ser armazenado em arquivo"

Teste 3 - instrução aberta para variáveis de plotagem e para interatividade, e fechada para recurso externo:

"Elabore um objeto didático interativo em R, e que apresente um gráfico contendo a relação de número de mols, temperatura, pressão e volume. O gráfico deverá possuir um menu suspenso para a escolha de 5 valores de uma variável, distantes cada um por uma unidade logarítmica embora presentes no menu com valores nominais, uma caixa de checagem para inserção na área do gráfico dos valores correspondentes para uma segunda variável a cada mudança da primeira do menu, e um controle deslizante para uma faixa com variação de 10 vezes no número de outra variável. O objeto deverá adequar-se ao ensino e gerar um arquivo interativo independente de recursos externos para compartilhamento"

5.2.1 Justificativas para as instruções

O experimento foi conduzido reduzindo-se a flexibilidade de criação pelo assistente conversacional, como segue:

1. A *instrução 1* não restringe o uso de pacotes e nem a necessidade de armazenamento do *OIER*, mas indica quais variáveis devem compor o gráfico;
2. A *instrução 2* adiciona à anterior a restrição de armazenamento do *OIER* em arquivo interativo;
3. A *instrução 3* adiciona à anterior a restrição no uso de recursos externos, tais como serviços de hospedagem de aplicativos na rede.

A instrução 3 foi formulada tendo em mente uma ampla abertura de possibilidades para conversão a um *OIER* pelo agente de IA, tais como:

1. Ausência da relação apropriada para testar a adequação de conceitos teóricos aos 4 parâmetros fornecidos no enunciado;
2. Recursos interativos (menu suspenso, caixa de checagem, controle deslizante) presentes em um pacote específico, plotly, ou distribuídos em mais de um, para testar a simplificação e organização do código;
3. Liberdade de escolha para as variáveis da equação, para testar a criatividade do agente;
4. Direcionamento ao ensino explicitado no enunciado, para aferir a adequação pedagógica do objeto;
5. Independência de recursos externos para uso imediato do objeto ao ensino (presencial ou remoto), sem a necessidade de hospedagem em nuvem (pacote shiny), ou da plataforma *R & RStudio* para sua utilização.

### 5.3 Testes e métricas de desempenho

Os testes foram conduzidos para avaliar critérios e métricas para a 1) funcionalidade do código, 2) qualidade da documentação, 3) relevância pedagógica, 4) facilidade de modificação, e 5) criatividade na geração do objeto. Uma escala de avaliação de desempenho para 3 pontos foi aplicada para a análise quantitativa. A [Figura 1](#) apresenta a avaliação de *benchmarking* para os testes.X

Item	Descricao	Critério	Escala
Funcionalidade do código	Funcionamento correto do código em compilação única.	O código é executado sem erros? Os pacotes necessários são carregados corretamente?	0: Não funcional; 1: Funcional com correções mínimas; 2: Totalmente funcional sem ajustes
Qualidade da documentação	Clareza de comentários fornecidos no código.	Os comentários são didáticos e detalhados? O código possui explicações para cada etapa?	0: Sem documentação ou irrelevante; 1: Documentação mínima, pouco útil; 2: Documentação clara e didática
Relevância pedagógica	Atendimento à proposta educacional do código	O resultado do código reflete corretamente o objetivo pedagógico?	0: Não relevante; 1: Parcialmente relevante; 2: Altamente relevante
Facilidade de modificação	Facilidade na compreensão do código para personalização futura	O código é modular e organizado? Variáveis e parâmetros são fáceis de identificar e ajustar?	0: Difícil de modificar; 1: Modificável com esforço; 2: Fácil de modificar
Criatividade e interatividade	Criatividade do objeto gerado.	O objeto interativo é engajante e responsivo?	0: Pouco criativo; 1: Criativo; 2: Altamente criativo

Figura 1: Métricas utilizadas nos testes para elaboração de um *OIER* com *R & RStudio* por IA.

## 6 Resultados e discussão

### 6.1 Engenharia de *prompts*

Para a *literacia de prompts* sucessivos, todos os assistentes de IA optaram de saída pelo *pacotes shiny* para a produção dos *OIER*. Uma possível interpretação pode relacionar-se ao uso extensivo desse pacote na rede mundial, a base de dados dos *chatbots*, tanto na academia como por empresas. Seu uso é frequente na construção de objetos interativos para visualização de dados, *data science*, *big data*, e painéis interativos (*dashboards*). Além disso, o *shiny* também é largamente utilizado para compilação na linguagem *Python*, tão significativa para pesquisa e indústria como a *R*. Também como resultado de *prompts* sequenciais, verificou-se uma relação evidente entre o horário de uso do assistente de IA e seu tempo de resposta, mais rápidas em períodos matutinos, e mais lentas (matutino) ou mesmo sem respostas (vespertino), por congestionamento ao longo do dia.

Não obstante, as respostas das ferramentas oscilaram entre 1,5 e 6 segundos ao longo dos testes. Ainda que seja uma variação significativa, dependem de outras variáveis que não somente o horário de testes, como a preferência de determinados agentes de IA por usuários, e a oscilação de informações sobre os agentes na mídia internacional (novidades lançadas, uso político, propaganda). Mesmo assim, o tempo de resposta, ainda que multiplicado várias vezes, não traria qualquer dano ao processo de ensino-aprendizagem, posto que a construção manual do código levaria de minutos à dias, se obtido sucesso.

## 6.2 Testes globais

Em relação aos resultados dos *prompts* sucessivamente restritivos, ChatGPT e Claude tiveram as maiores métricas globais ([Figura 2](#)). O desempenho para esses agentes também revelou-se progressivamente menor, à medida que os testes tornaram-se mais flexíveis.X

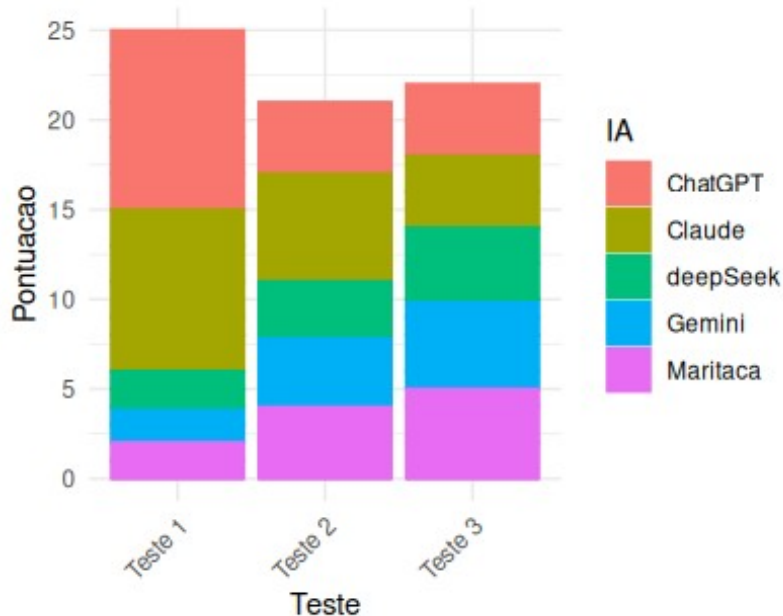


Figura 2: Resultados da avaliação de métricas globais para os testes sucessivos. Cada área no gráfico representa a soma das métricas de todos os quesitos para determinado assistente de IA

Esses dados podem sugerir que instruções mais abertas reduziram proporcionalmente a probabilidade de sucesso nas ferramentas de melhor pontuação. Contudo, há que se atentar para o fato de que 1) isso reflete os resultados de uma única proposta de *OIER*, 2) e em testes de poucas variáveis controláveis. Além disso, 3) as restrições subsequentes (2 e 3) envolvem, respectivamente, a necessidade de armazenamento em arquivo interativo, e a proibição no uso de um recurso externo, e em paralelo à oferta prévia das variáveis que comporiam o gráfico, como nos testes 1 e 2.

A restrição de armazenamento em arquivo interativo para compartilhamento foi inserida para se testar a escolha de pacotes do R, já que um número muito restrito de pacotes, tais como *plotly*, possuem tal funcionalidade. Contudo, todos os *chatbots* privilegiaram o pacote *shiny* como mencionado anteriormente, o qual compartilha o

arquivo gerado em serviço de nuvem específico. Ainda que seja possível o arquivamento em mídia física pelo shiny, também é necessário um conjunto de ações externas à plataforma *R & RStudio*. Além disso, identificou-se um erro na ação de alguns assistentes de IA para a natureza interativa do arquivo solicitado, e tangentes ao salvamento de arquivos sem qualquer interatividade (PNG, JPG). Por fim, a *instrução 3* deixou livre à ferramenta de IA a escolha das variáveis de plotagem e de efeitos de interatividade. Se por um lado isso transparece flexibilidade, por outro tende a exigir maior esforço e possibilidades de erro pelo *chatbot*, para correlacionar as variáveis no gráfico, no menu, e na caixa de checagem.

### 6.3 Métrica do teste 1

A instrução única do *teste 1* foi realizada no horário de 8:30 à 8:35 para todos os assistentes de IA, e anteriormente às instruções sucessivas. Essa escolha deveu-se, por um lado, para sua utilização em curto período, a fim de evitar flutuações de acesso em função de horários mais dispersos. Por outro, para aproximar os testes de um horário realista para uma sala de aula. E como avaliação antecedente aos *testes 2 e 3* sucessivos, para que os resultados quantitativos tivessem menor probabilidade de interferência frente ao aprendizado próprio dos assistentes de IA, uma variável não controlável. Isso porque, à exceção de *ChatGPT*, todos os demais exigem login/senha para acesso ao ambiente. A [Figura 3](#) apresenta o desempenho do *teste 1.X*

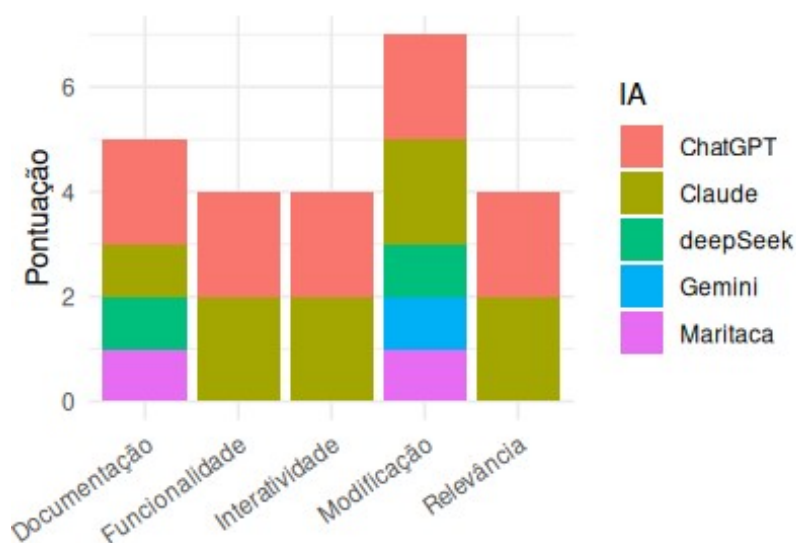


Figura 3: Desempenho do teste de maior flexibilidade (*teste 1*) para as métricas avaliadas.

Os resultados sugerem que a métrica de maior pontuação para todos os assistentes de IA foi a facilidade de alteração do código. Isso provavelmente relaciona-se à documentação eficiente oferecida pelos agentes, tanto do código comentado, como de explicações textuais e rápidos tutoriais de uso. Nos demais quesitos só pontuaram ChatGPT e Claude. Sugere-se que esses dados também estejam correlacionados, uma vez que não houve sucesso na compilação de *OIER* para os demais agentes, espelhando por conseguinte sua mútua falta de *criatividade e interatividade*, bem como de *relevância pedagógica*.

#### 6.4 Ensaio complementar

No intuito de se avaliar a *inferência da IA* em outro cenário para a mesma situação-problema, outro ensaio foi realizado em nova data e horário (4:30-5:00 h). O experimento consistiu no seguinte refinamento de *prompts*:

Teste 4: Repetição do teste 3 (mais aberto);

Teste 5: Repetição do teste 1 (mais fechado);

Teste 6: Repetição do teste 1, mas forçando o assistente para não utilizar o pacote shiny;

Teste 7: Repetição do teste 1, mas forçando o assistente para utilizar o pacote plotly.

Os dois últimos ajustes tiveram por objetivos, respectivamente, evitar na saída de texto o pacote que usa recurso externo para apresentação do objeto (shiny; hospedagem externa), e forçar o pacote que preserva a interatividade daquele num arquivo compartilhável (plotly; arquivo *self-contained* em HTML), propiciando um melhor repasse do objeto em situações de ensino-aprendizagem.

Dessa vez, simplificou-se os critérios avaliados qualitativamente apenas para *funcionalidade do código* (sim/não) e *relevância pedagógica* (sim/não). Como resultado, apenas o assistente Claude disponibilizou um código assertivo e desprovido de erros para o teste 4 (repetição do 3, mais aberto). Por outro lado, o mesmo assistente não viabilizou código compilável ao teste 5 (repetição do 1, mais fechado), sendo bem sucedidos apenas ChatGPT (simulate) e Deepseek (shiny). No próximo encadeamento (*prompt chaining*), para forçar o uso de um pacote interativo que não o shiny, novamente obtiveram sucesso no teste 6 apenas ChatGPT e

Deepseek, e ambos utilizando o pacote *manipulate*, que exige o ambiente de *R* & *RStudio* também para visualização. Por fim, ao solicitar o uso restritivo do pacote *plotly*(teste 7), todos os assistentes de IA proveram saídas de texto improdutivas.

## 6.5 Considerações finais

Este trabalho abordou uma análise comparativa entre alguns assistentes de IA na produção de um *OIER* por instrução de *prompts*. Embora os ensaios tenham permitido diferenciar a performance entre 5 ferramentas, não é possível generalizar um ranqueamento conclusivo. Isso decorre da natureza das variáveis envolvidas, algumas não controláveis. Dessa forma, o sucesso ou insucesso para um *OIER* produzido por IA generativa parece depender, ao menos, de parâmetros internos (escolha da temática do *OIER* e o grau de sua complexidade) e externos (horário da intervenção, congestionamento para acesso, políticas de iniciativa das empresas, lançamento de novos modelos de linguagem, governança de IA). Por outro lado, os dados sugerem o potencial significativo de assistentes de IA generativa para a geração de código com finalidade educacional na produção de objetos interativos. Entrementes, sugere-se seu uso consciente, e não delegado, com *prompts* sucessivos de avanço e retrocesso para um objeto proposto, e complementarmente aliado ao mínimo conhecimento do código envolvido, a fim de lograr êxito seguro pela intervenção humana.

## A elaboração do capítulo

A formatação de texto (*RMarkdown*), figuras, equação, gerenciamento bibliográfico, e compilação para *documento dinâmico* como arquivo DOCX, foram conduzidos com *R* (versão 4.3.3, fev/2024) em ambiente *RStudio* (versão 2024.09.1 Build 394), e pacote *quarto* (versão 1.4.4).

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Minibiografia

*Nome:* José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva Biólogo com doutorado direto em Bioquímica pela UFMG (Belo Horizonte, 1998; interação experimental ligante-proteína ), e estágio pos-doc pela UFV (Viçosa-MG, 1999; termodinâmica de células

tumorais). Professor titular, vice-chefe, e líder do grupo de pesquisa InterAção Bioquímica do Depto. de Bioquímica da UNIFAL-MG, onde atua como docente em disciplina homônima em diversos Cursos de Graduação e dos Programas de Pós-Graduação de Química (Eletroanálise) e de Biotecnologia (Bioquímica Quantitativa) da Instituição. Temas de interesse: Ensino Reprodutível, e Bioeletroquímica.

*Link do Lattes:* <http://lattes.cnpq.br/0436922594542722>

*Link do ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-2031-6315>

## Referências

BALL, R. «Yes We Can!»: A Practical Approach to Teaching Reproducibility to Undergraduates. [s. l.], 2023.

BEAN, B. Teaching Reproducibility to First Year College Students. **Journal on Empowering Teaching Excellence, Fall 2023**, [s. l.], 2023.

DOGUCU, M. Reproducibility in the Classroom. **Annual Review of Statistics and Its Application**, [s. l.], vol. 12, 2024.

HUANG, Q. *et al.* Benchmarking large language models as ai research agents. *Em:*, 2023. **NeurIPS 2023 Foundation Models for Decision Making Workshop**. [S. l.: s. n.], 2023.

KNUTH, D. E. Literate programming. **The computer journal**, [s. l.], vol. 27, n.º 2, p. 97–111, 1984.

KOHRIS, F. E. *et al.* Eleven strategies for making reproducible research and open science training the norm at research institutions. **Elife**, [s. l.], vol. 12, p. e89736, 2023.

MOURA, A.; CARVALHO, A. A. A. Teachers' perceptions of the use of artificial intelligence in the classroom. *Em:*, 2024. **International Conference on Lifelong Education and Leadership for All (ICLEL 2023)**. [S. l.]: Atlantis Press, 2024. p. 140–150.

RSTUDIO TEAM. **RStudio: Integrated Development Environment for R**. Boston, MA: Posit Software, PBC, 2023. Disponível em: <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>. X

TEAM, R. C. R language definition. **Vienna, Austria: R foundation for statistical computing**, [s. l.], vol. 3, n.º 1, p. 116, 2000.