

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: ANÁLISE REFLEXIVA E REDESENHO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE DENGUE

Maristela Steffen Schaukoski¹, Carlos José de Carvalho Pinto², Keiciane Canabarro
Drehmer-Marques³,

¹Universidade Federal de Santa Catarina, mari@schauk.com

²Universidade Federal de Santa Catarina, carlos.pinto@ufsc.br

³Universidade Federal de Santa Catarina, keicibio@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) configura-se como abordagem pedagógica que posiciona o estudante como protagonista na construção do conhecimento científico, promovendo a formulação de questões, elaboração de hipóteses, coleta e análise de dados, argumentação e comunicação dos resultados (Sasseron, 2015). Segundo Carvalho (2013), o EnCI favorece o desenvolvimento da alfabetização científica ao engajar estudantes em práticas epistêmicas características da produção científica, superando a transmissão passiva de conteúdo. Paralelamente, a inserção de Inteligências Artificiais (IA) generativas no contexto educacional representa um fenômeno recente e disruptivo. Ferramentas como *ChatGPT*, *Claude* e *Copilot*, amplamente acessíveis desde 2023, oferecem possibilidades inéditas para mediação pedagógica, mas também apresentam desafios éticos, e práticos. Dados da Pesquisa Internacional sobre Ensino e Aprendizagem (TALIS) 2024 revelam que 56% dos docentes brasileiros já utilizam IA em seu trabalho, percentual superior à média da OCDE de 36%, embora 39% relatem altas necessidades de formação continuada em IA aplicada à educação (OECD, 2024). Vicari et al. (2024) apontam que até 2030, sistemas tutores inteligentes, plataformas de aprendizagem colaborativa e recursos de *learning analytics* estarão presentes em até 50% das escolas brasileiras, evidenciando a necessidade urgente de preparação docente.

A dengue, constitui um grave problema de saúde pública no Brasil. Segundo a Organização Mundial de Saúde, cerca de metade da população mundial está em risco, com 100 a 400 milhões de infecções anuais (WHO, 2024). Em Santa Catarina, o cenário epidemiológico agravou-se: de 3.281 casos em 2015 para 336.986 em 2024, com 175 municípios em epidemia (DIVE-SC, 2025). Em 2024, o Município de Alfredo Wagner-SC registrou seu primeiro foco de *Aedes aegypti*, gerando preocupação na comunidade escolar.

Este relato apresenta análise reflexiva e crítica de experiência pedagógica desenvolvida em 2023-2024, para o curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO/UFSC, que articulou EnCI e ferramentas de IA para abordar a dengue com estudantes do Ensino Médio. O objetivo desta escrita é examinar criticamente as limitações da prática inicial e propor, com base na evolução das IAs e no amadurecimento docente, um redesenho fundamentado da Sequência Didática Investigativa (SDI).

METODOLOGIA

Caracterização da Experiência Original (2023–2024)

A experiência foi desenvolvida em uma escola pública em Alfredo Wagner–SC, com quatro turmas do 2º ano do Ensino Médio (94 estudantes, idades entre 14 e 16 anos), entre março e abril de 2024. O projeto "Dengue: Combatendo o Medo e Promovendo a Sensibilização" foi estruturado em cinco aulas de 45 minutos, fundamentado no EnCI.

As etapas desenvolvidas, baseadas em Sasseron (2015), estão organizadas e compreenderam: **problematização** (1 aula), com o levantamento de 11 perguntas disparadoras/problematizadoras após a divulgação do primeiro foco de *Aedes aegypti* na cidade; **investigação** (2 aulas), realizada em duplas, nas quais cada grupo escolheu a pergunta problematizadora com a qual mais se identificava. Em seguida, os estudantes realizaram buscas em sites confiáveis, como DIVE-SC, OMS, Ministério da Saúde, Instituto Butantan e Fiocruz, coletando textos para posteriormente compilar as informações e produzir um texto informativo. **sistematização** (1 aula), após a análise dos textos, as duplas organizaram e aprimoraram a escrita, utilizando o *ChatGPT*, com orientação explícita para não copiar respostas prontas. Após a finalização do texto, recorreram ao *Copilot IA* para a geração de ilustrações, explorando de forma criativa o uso da ferramenta, conforme a figura 1. Após finalizar, a dupla salvou o arquivo em formato PDF no *drive* da turma para posterior elaboração de uma revista *online* com os textos produzidos pela turma; **comunicação** (1 aula), com apresentações orais e compilação dos melhores trabalhos em uma revista digital divulgada nas redes sociais (Figura 2); e **encerramento** (1 aula extra), com a realização de uma palestra ministrada pela responsável pela Vigilância Epidemiológica municipal.

Figura 1. Textos produzidos pelos estudantes e revista online



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Figura 2. Capa da revista e QRcode para acessar online



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Os recursos utilizados incluíram celulares, *tablets* e computadores com acesso à internet, além de *ChatGPT* (versão gratuita), *Copilot IA*, *Canva* e *Google Docs*. Houve autorização prévia da direção escolar e consentimento dos estudantes para divulgação dos materiais produzidos.

Abordagem Metodológica deste Relato

Este trabalho adota análise reflexiva crítica da prática docente examinando retrospectivamente a experiência à luz de diferentes aspectos: evolução tecnológica, com comparação entre capacidades das IAs em 2023 e 2025; aprofundamento teórico, a partir de estudos recentes sobre IA na educação e letramento digital; autoavaliação docente, com identificação de limitações e potencialidades não exploradas e proposição fundamentada, por meio do redesenho da sequência didática com justificativas pedagógicas. A análise articula três dimensões centrais: conceitual, relacionada ao aprofundamento dos conteúdos; procedimental, referente ao uso crítico das IAs e atitudinal, voltada ao desenvolvimento de postura investigativa, ética e autônoma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experiência original obteve resultados positivos como o engajamento estudantil, produção de 47 textos informativos (formato PDF), desenvolvimento de habilidades de pesquisa e trabalho colaborativo. No entanto, a análise reflexiva revelou cinco limitações críticas (Quadro 1).

Quadro 1. Limitações identificadas na experiência original e suas implicações pedagógicas

Limitação	Descrição	Implicação Pedagógica
1. Uso instrumental de IA	As utilizadas apenas para geração de imagens decorativas e correção superficial de textos	Subutilização do potencial analítico, dialógico e investigativo das ferramentas
2. Ausência de letramento em IA	Estudantes não foram preparados para formular <i>prompts</i> eficazes, avaliar criticamente respostas ou identificar alucinações	Vulnerabilidade à desinformação; dependência acrítica da tecnologia
3. Análise de dados negligenciada	Boletins epidemiológicos da DIVE-SC não foram analisados estatisticamente	Perda de oportunidade para trabalhar dados e pensamento estatístico e interpretação gráfica
4. Abordagem fragmentada	Foco apenas na dengue; negligência da perspectiva de Saúde Única (fatores	Compreensão reducionista do problema; estudantes como receptores

	ambientais, climáticos, sociais)	de informação, não agentes de transformação socioambiental
5. Produto final limitado	Revista digital em formato tradicional (texto + imagem estática)	Pouca exploração de linguagens multimodais (vídeo, <i>podcast</i> , infográfico interativo) que as IAs facilitam

Fonte: Elaborados pelos autores, 2025.

Essas limitações apontam para uso ainda instrumental e pouco crítico das IAs reproduzindo práticas pedagógicas tradicionais com verniz tecnológico. Como alertam Holmes, Bialik e Fadel (2019), inserir tecnologia sem repensar objetivos de aprendizagem pode, paradoxalmente, reforçar modelos transmissivos. Vicari et al. (2024) enfatizam que a IA deve funcionar como auxiliar no ensino não como atalho para tarefas escolares, exigindo dos professores estratégias que utilizem suas potencialidades para resolver problemas autênticos.

Proposta de Redesenho: O que Fazer Diferente em 2025

Com base na literatura atualizada sobre EnCI e IA educacional e considerando a evolução das ferramentas disponíveis, propõe-se redesenho da sequência didática investigativa em nove aulas, detalhado no Quadro 2.

Quadro 2. Sequência didática redesenhada com integração crítica da IA no EnCI de IA

Aula	Etapa ENCI	Atividades Principais	Ferramentas de IA	Objetivos de Aprendizagem
1-2	Letramento em IA	Oficina sobre LLMs, limitações e vieses. Prática de <i>prompts</i>	<i>ChatGPT, Claude, Perplexity</i>	Desenvolver pensamento crítico sobre IA;
3	Problematização	Levantamento de perguntas norteadoras com apoio de IA	<i>Claude, ChatGPT</i>	Formular/planejar questões investigativas complexas;
4-5	Investigação	Análise e verificação de dados epidemiológicos e de fontes	<i>Perplexity, Claude NotebookLM</i>	Analisar dados estatísticos e interpretar gráficos
6	Ampliação Conceitual	Debate sobre Saúde Única mediado por IA	<i>ChatGPT, Claude</i>	Compreender e conectar saúde humana, animal e ambiental
7-8	Sistematização e Comunicação	Produção multimodal: podcast, vídeo, infográfico	<i>ElevenLabs Canva Claude</i>	Comunicar ciência em múltiplas linguagens;

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Detalhamento de Inovações para as aulas

Letramento em IA como conteúdo curricular (Aulas 1-2): Fundamentado em *frameworks* de letramento digital (Vuorikari et al., 2022), propõe-se preparação específica antes do uso investigativo. Estudantes aprenderiam a formular *prompts* contextualizados e específicos, comparar respostas de diferentes IAs identificar alucinações (informações falsas geradas com confiança) e verificar fontes. Exemplo de atividade: solicitar à IA informações sobre "tratamento caseiro para dengue" e comparar respostas, verificar em fontes médicas confiáveis e discutir

porque as IAs podem gerar desinformação perigosa. Esta abordagem alinha-se às recomendações da UNESCO (2021) sobre desenvolvimento de competências digitais críticas.

Análise de dados epidemiológicos (Aulas 4-5): Utilizando boletins da DIVE-SC (dados reais de SC), os estudantes importariam tabelas para *ChatGPT Advanced Data Analysis* ou *Claude*, solicitando gráficos de evolução temporal de casos (2011-2024), mapas de calor de municípios afetados, correlação entre focos identificados e casos confirmados e comparação entre Alfredo Wagner e outros municípios com as mesmas características. Esta prática autêntica de análise de dados, interpretação gráfica e argumentação baseada em evidências representa competência central da alfabetização científica (Sasseron, 2015; Franco; Munford, 2020).

Saúde Única como ampliação conceitual (Aula 6): Corrigindo lacuna crítica da experiência original, propõe-se exploração de determinantes ambientais e sociais da dengue. A IA mediará debate estruturado, por exemplo: "Explique como desmatamento, urbanização descontrolada e mudanças climáticas influenciam a proliferação do *Aedes aegypti* em Santa Catarina. Forneça dados específicos." Atividade: dividir turma em grupos representando diferentes atores (saúde pública, meio ambiente, urbanismo, população), com IA fornecendo argumentos para cada perspectiva. Debate final sobre que ações integradas o Município de Alfredo Wagner deveria adotar. Alinha-se à perspectiva de Saúde Única (*One Health*), que reconhece a interconexão entre saúde humana, animal e ambiental (Destoumieux-Garzón *et al.*, 2018), e à educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), que contextualiza conhecimento científico em questões socioambientais (Santos, 2007).

Produção multimodal (Aulas 7-8): Expandindo o produto final para além da revista escrita, estudantes criariam *podcast* explicativo (roteiro co-criado com IA, gravação pelos estudantes, possível uso de *ElevenLabs* para narração com discussão ética sobre clonagem de voz), vídeo educativo (*script* gerado por IA, filmagem e edição simples usando *CapCut* ou *Clipchamp*), infográfico interativo (*Canva* com visualizações de dados geradas por IA) e simulação (modelagem da propagação do *Aedes* usando *NetLogo*, ferramenta gratuita, com apoio de IA para interpretar código). Linguagens multimodais atendem a diferentes estilos de aprendizagem, ampliam alcance comunicativo e refletem práticas contemporâneas de divulgação científica (Lemke, 1998).

Ferramentas de IA em 2025: Comparação com 2023

A Figura 3 sintetiza a evolução das capacidades de IA relevantes para EnCI entre 2023 e 2025.

Figura 3. Evolução das capacidades de IA entre 2023 e 2025



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Essa evolução exponencial amplia as possibilidades pedagógicas, mas também intensifica desafios éticos relacionados à autoria, veracidade e equidade de acesso.

Desafios Éticos e Pedagógicos: Cuidados Necessários

A integração de IA no EnCI não é isenta de riscos. Identificam-se cinco desafios críticos que exigem posicionamento docente claro. O risco de passividade intelectual ocorre quando estudantes delegam pensamento crítico à IA; estratégias incluem exigir sempre justificativa humana para escolhas, comparar respostas de diferentes IAs e validar informações em fontes primárias. A desinformação e alucinações representam problema quando as IAs geram informações falsas com tom convincente; estratégias envolvem ensinar verificação cruzada, priorizar IAs com citações (*Perplexity*, *Consensus*) e estabelecer cultura de "**confie, mas verifique**".

A questão do plágio e autoria apresenta linha tênue entre colaboração e cópia; estratégias incluem definir papel da IA como assistente (não autora), exigir que estudantes expliquem contribuições da IA e valorizar voz autoral única. A desigualdade de acesso afeta estudantes sem internet estável ou acesso a IAs pagas; estratégias envolvem usar versões gratuitas, trabalho em duplas/grupos e disponibilizar equipamentos da escola. A erosão de habilidades fundamentais ocorre quando dependência tecnológica enfraquece escrita, pesquisa manual e pensamento independente; estratégias incluem equilibrar atividades com e sem IA e ensinar habilidades base antes de usar IA como acelerador.

Esses cuidados alinham-se às recomendações da UNESCO (2021) sobre ética em IA educacional: **transparência, equidade, responsabilidade e desenvolvimento humano integral**. Vicari et al. (2024) ressaltam que sistemas tutores inteligentes devem ser explicáveis e

transparentes, permitindo que estudantes e professores visualizem como a IA contribui para o processo de aprendizagem.

Resultados Esperados com a Abordagem Redesenhada

Com base na literatura e na experiência docente, espera-se que a sequência redesenhada promova aprendizagens conceituais mais profundas, incluindo compreensão sistêmica da dengue (dimensões biológicas, ambiental, social, política), desenvolvimento de pensamento estatístico e interpretação de dados epidemiológicos e conexão entre ciência, sociedade e transformação social. As competências procedimentais envolvem letramento crítico em IA (formular *prompts*, avaliar respostas, identificar limitações), pesquisa em fontes primárias e secundárias confiáveis, e comunicação científica multimodal.

As atitudes investigativas e cidadãs incluem protagonismo estudantil (autoria, criatividade, autonomia), postura crítica frente a informações (IA ou não), e engajamento como agentes de mudança na comunidade. Os produtos socialmente relevantes compreendem materiais de divulgação científica eficazes (*podcast*, vídeo, infográfico), maior alcance e impacto nas redes sociais, e contribuição para políticas locais de combate à dengue.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relato evidencia que a integração de IA no Ensino de Ciências por Investigação não é processo neutro ou automático, requerendo planejamento intencional, fundamentação teórica sólida e mediação docente qualificada. A experiência de 2023-2024, embora exitosa em engajar estudantes, revelou limitações significativas quando analisada retrospectivamente, incluindo uso instrumental das ferramentas, ausência de letramento crítico, negligência da análise de dados e abordagem conceitual fragmentada. A proposta de redesenho apresentada busca corrigir essas lacunas, posicionando a IA não como substituta do pensamento humano, mas como amplificadora da investigação científica autêntica.

Três princípios orientadores emergem desta reflexão. Primeiro, o letramento em IA deve ser prioridade curricular, pois antes de usar é preciso compreender, questionar e avaliar criticamente. Segundo, a IA deve estar a serviço do EnCI e não o contrário, potencializando etapas investigativas (problematização, análise, argumentação) sem substituí-las. Terceiro, a mediação docente permanece insubstituível, pois professores que dominam IA criticamente têm vantagem sobre aqueles que a ignoram ou temem, mas também sobre aqueles que a adotam acriticamente.

As principais mudanças provocadas por esta experiência reflexiva incluem reconhecimento da complexidade ética do uso de IA, valorização do processo sobre o produto, e percepção de que tecnologia sem pedagogia robusta reproduz práticas tradicionais com roupagem nova. Como implicações para a prática docente, sugere-se formação continuada de professores em letramento

digital e IA, construção coletiva de protocolos éticos para uso de IA em escolas e pesquisas longitudinais sobre impactos de IA no desenvolvimento de habilidades investigativas.

Por fim, **reitera-se que IA não substituirá professores**, mas professores que aprendem a integrar IA criticamente formarão estudantes mais preparados para um mundo onde a fronteira entre inteligência humana e artificial é cada vez mais difusa. Que este relato inspire não a adoção cega de tecnologias, mas a reflexão permanente sobre como ensinar ciências de modo relevante, crítico e transformador, propiciando investigações com uso de tecnologias digitais de forma crítica.

AGRADECIMENTOS

À comunidade escolar da EEB Silva Jardim, aos estudantes, e aos orientadores do Programa Profbio/UFSC pelo acompanhamento desta jornada reflexiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, A.M. P. Ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

DESTOUMIEUX-GARZÓN, D. *et al.* The One Health Concept: 10 Years Old and a Long Road Ahead. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 5, p. 14, 2018.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 687-719, 2020.

HOLMES, W; BIALIK, M; FADEL, C. **Artificial intelligence in education** promises and implications for teaching and learning. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.

LEMKE, Jay L. *Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text*. In: MARTIN, J. R.; VEEL, R. (Ed.). **Reading science**: critical and functional perspectives on discourses of science. London: Routledge, 1998. p.87-113.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **TALIS 2024 Results: Teachers and School Leaders as Valued Professionals**. Paris: OECD Publishing, 2024.

SANTA CATARINA. Diretoria de Vigilância Epidemiológica (DIVE-SC). **Informe Epidemiológico nº 34/2024** - Vigilância entomológica do *Aedes aegypti* e situação epidemiológica de Dengue, Chikungunya e Zika em Santa Catarina. Florianópolis: Secretaria de Estado da Saúde, 2025.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, 2015.

UNESCO. **Artificial Intelligence and Education**: guidance for policy-makers. Paris: UNESCO, 2021.

VICARI, R. M. *et al.* **Inteligência artificial na educação básica**: novas aplicações e tendências para o futuro. São Paulo: Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), 2024. (Notas Técnicas, n. 21).

VUORIKARI, R. *et al.* The Digital Competence Framework for Citizens. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Dengue and severe dengue**. Geneva: WHO, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: 10 dez. 2024.