

<https://doi.org/10.56117/resbenq.2026.v7.e072605>

Inteligência Artificial Generativa e Desinteligência Pedagógica: a história e filosofia da ciência como tática para o ensino de química

Generative Artificial Intelligence and Pedagogical Disintelligence: the history and philosophy of science as a tactics for teaching chemistry

Inteligencia Artificial Generativa y Desinteligencia Pedagógica: la historia y la filosofía de la ciencia como táctica para la enseñanza de la química

Douglas Souza Pego (douglas.peg@ufu.br)
Universidade Federal de Uberlândia
<https://orcid.org/0009-0006-8377-9022>

Cinthia Maria Felicio (cinthia.felicio@ifgoiano.edu.br)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Ipameri (em
Cooperação Técnica com a FaE da UFCat)
<https://orcid.org/0000-0002-8362-2846>

Resumo

O avanço vertiginoso da Inteligência Artificial Generativa (IAg) impõe novos e complexos desafios à formação docente e ao Ensino de Ciências da Natureza (ECN). Este artigo investiga as implicações epistêmicas e políticas do uso de ferramentas como o ChatGPT, Gemini e Meta IA, entre outras, na formação inicial e continuada de professores do ECN a partir de um minicurso realizado na XVI Semana da Química da Universidade Federal de Catalão (UFCAT). Para tal, adotamos como proposta uma lente teórica dual, pautada na História e Filosofia da Ciência (HFC), utilizada para validar a construção do conhecimento frente às “alucinações” algorítmicas, e a História Cultural, fundamentada em Michel de Certeau, para analisar as relações de poder e as táticas de resistência no cotidiano escolar. Metodologicamente, realizamos uma pesquisa-intervenção sob formato de minicurso (duas manhãs) com licenciandos e professores da educação básica e superior no Ensino de Química, envolvendo a testagem crítica de algoritmos em algumas IAg e a construção coletiva de um painel físico. Os resultados evidenciam que a inserção acrítica da IAg tende a promover aquilo que propomos como sendo a “desinteligência pedagógica”, bem como a invisibilização dos custos socioambientais da tecnologia. Entretanto, a intervenção revelou a



Este texto é licenciado pela Creative Commons Attribution 4.0 International License.

emergência de “táticas docentes” capazes de subverter a lógica da eficiência técnica, reafirmando o papel do professor não apenas como mediador, mas como sujeito político e promotor do pensamento crítico e epistemológico da química mediada pela humanização desse ensino.

Palavras-chave: Formação de Professores. Epistemologia. Táticas Docentes.

Abstract

The rapid advancement of Generative Artificial Intelligence (IAg) poses new and complex challenges for teacher education and the teaching of natural sciences (ECN). This article investigates the epistemic and political implications of using tools such as ChatGPT, Gemini, and Meta AI, among others, in the initial and continuing education of ECN teachers, based on a mini-course held during the 16th Chemistry Week at the Federal University of Catalão (UFCAT). To this end, we adopted a dual theoretical lens: one grounded in the History and Philosophy of Science (HFC), used to validate knowledge construction in the face of algorithmic “hallucinations,” and the other in Cultural History, based on Michel de Certeau, to analyze power relations and tactics of resistance in everyday school life. Methodologically, we conducted an intervention-based study in the form of a mini-course (two mornings) with pre-service teachers and teachers from basic and higher education in chemistry, involving the critical testing of algorithms in some AI systems and the collective construction of a physical panel. The results show that the uncritical adoption of AI tends to promote what we refer to as “pedagogical disintelligence,” as well as the obscuring of the technology’s socio-environmental costs. However, the intervention revealed the emergence of “teaching tactics” capable of subverting the logic of technical efficiency, reaffirming the role of the teacher not only as a mediator but as a political agent and promoter of critical and epistemological thinking in chemistry, mediated by the humanization of this teaching.

Keywords: Teacher Education. Epistemology. Teaching Strategies.

Resumen

El vertiginoso avance de la Inteligencia Artificial Generativa (IAg) plantea nuevos y complejos retos para la formación del profesorado y la enseñanza de las ciencias naturales (ECN). Este artículo investiga las implicaciones epistémicas y políticas del uso de herramientas como ChatGPT, Gemini y Meta IA, entre otras, en la formación inicial y continua de los docentes de ECN a partir de un minicurso realizado en la XVI Semana de la Química de la Universidad Federal de Catalão (UFCAT). Para ello, adoptamos como propuesta una lente teórica dual, basada en la Historia y la Filosofía de la Ciencia (HFC), utilizada para validar la construcción del conocimiento frente a las

“alucinaciones” algorítmicas, y la Historia Cultural, fundamentada en Michel de Certeau, para analizar las relaciones de poder y las tácticas de resistencia en el día a día escolar. Desde el punto de vista metodológico, llevamos a cabo una investigación-intervención en formato de minicurso (dos mañanas) con estudiantes de magisterio y docentes de la educación básica y superior en la enseñanza de la química, que incluyó la evaluación crítica de algoritmos en algunas IA y la construcción colectiva de un panel físico. Los resultados ponen de manifiesto que la incorporación acrítica de la IA tiende a fomentar lo que denominamos «desinteligencia pedagógica», así como a invisibilizar los costes socioambientales de la tecnología. Sin embargo, la intervención reveló la aparición de “tácticas docentes” capaces de subvertir la lógica de la eficiencia técnica, reafirmando el papel del profesor no solo como mediador, sino como sujeto político y promotor del pensamiento crítico y epistemológico de la química, mediado por la humanización de esta enseñanza.

Palabras clave: Formación del profesorado. Epistemología. Estrategias docentes.

Introdução

O avanço vertiginoso da tecnologia tem levado figuras públicas e acadêmicos a ponderarem sobre os novos e complexos dilemas que se impõem à sociedade. Em um momento de debate sobre a responsabilidade de crimes e o uso ferramentas tecnológicas para fins negativos, a Ministra Cármen Lúcia, do Supremo Tribunal Federal (STF), expressou uma preocupação que ecoa para além do âmbito jurídico e adentra o campo da racionalidade humana: “Eu começo a não me preocupar mais só com a Inteligência Artificial, mas com a desinteligência natural de alguns [...]. Só para acentuar a minha preocupação com a desinteligência natural ao lado da Inteligência Artificial” (Rocha, 2024, [n.p]).

A pungência dessa declaração, ao contrapor a “Inteligência Artificial” (IA) à “Desinteligência Natural” humana, serve como um ponto de partida crucial para a discussão no campo educacional. Se, por um lado, a Inteligência Artificial Generativa (IAg) promete otimizar processos, personalizar o ensino e gerar novos conhecimentos, por outro, a verdadeira emergência crítica reside em como a desinteligência, aqui entendida como a ausência de pensamento crítico, ou ainda, a aceitação passiva de informações e a incapacidade de discernir vieses, pode ser amplificada ou mitigada por essas mesmas ferramentas.

A literatura recente em Educação em Ciências e Ensino de Química (EQ) tem pautado a inserção da IAg sob um tom de alerta necessário. Editoriais de periódicos de referência evidenciam a tensão entre a primazia da dimensão utilitária dessas tecnologias e a urgência de um recuo reflexivo na ciência (Azevedo; Santos, 2025), questionando se a IAg reduzirá a educação a um algoritmo ou se impulsionará o resgate da nossa humanidade pedagógica. Embora essas publicações denunciem o risco da alienação e da mecanização do trabalho docente, muitas permanecem na dimensão do diagnóstico.

Neste trabalho, definimos crítico a partir de dois referenciais teóricos. O primeiro deles, é Freire (1968; 1996), como “conscientização”, que pode se desvelar nas condições materiais e ideológicas ocultas na tecnologia, perguntando a serviço de quem a ela opera. E o segundo, Certeau (1998), como tática docente que subverte a estratégia algorítmica das *Big Techs*, transformando o “oráculo de respostas prontas” em uma caixa de ferramentas mediadoras do conhecimento, pela curiosidade e análise reflexiva.

Logo, há aqui a escolha por uma perspectiva dual, que entrelaça a História e a Filosofia da Ciência (HFC) com a História Cultural. A HFC, deve ser compreendida como uma dimensão *metacientífica* indispensável que estuda e explicita o processo histórico, a evolução e o contexto filosófico do fazer científico, operando de maneira estrutural para humanizar a educação ao conectá-la diretamente a exigências éticas, culturais, políticas e pessoais, pois desconstrói o empirismo ingênuo, evidenciando a dependência teórica da observação e o caráter incontornavelmente conjectural do conhecimento. Trata-se de um movimento político-analítico que se revela essencial nos programas de formação docente (El-Hani, 2006; Matthews, 1995; Pego, 2022).

Já a História Cultural (Burke, 2008; Chartier, 2002; Pesavento, 2005), pode ser definida como a investigação histórica dos processos pelos quais os sujeitos e os grupos sociais constroem significados, forjam imaginários e traduzem suas sensibilidades por meio de representações e práticas de apropriação, operando sempre nas frestas das estruturas de poder.

Tal escolha não é aleatória, mas responde à natureza híbrida do desafio imposto pela IAg. Se analisássemos a IAg apenas sob a ótica técnica ou pedagógica apenas, correríamos o risco de sucumbir ao tecnicismo que a própria ferramenta impõe.

Acreditamos que a complexidade do fenômeno exige duas frentes de análise que se complementam: a epistemológica e a política-cotidiana.

Primeiramente, a HFC é convocada como antídoto à caixa preta epistêmica dos algoritmos. Em um cenário em que a IAg produz textos com fluidez, mas sem compromisso com a factualidade, com o fenômeno técnico das “alucinações” e da invenção de referências, a HFC oferece o rigor necessário para questionar a construção desse *pseudo-conhecimento*. A HFC nos permite desmontar a autoridade do *output*¹ algorítmico, lembrando que a ciência é uma construção humana, baseada em evidências, controvérsias e validação pelos pares, e não um resultado probabilístico de processamento de linguagem. Sem os conhecimentos e reflexões que a HFC pode nos trazer, o professor corre o risco de aceitar a eficiência da máquina como sinônimo de verdade científica.

Contudo, a crítica epistemológica não basta, se ignorarmos como essa tecnologia opera nas relações de poder dentro da escola. É aqui que inserimos a História Cultural, especificamente por meio das categorias de Michel de Certeau (1994). Essa preocupação com a desinteligência, ou a submissão acrítica à ferramenta tecnológica, pode ser aprofundada analiticamente por meio das categorias de “estratégia” e “tática” propostas em “A Invenção do Cotidiano” (1998).

Para o autor, as relações de força na sociedade se dividem entre aqueles que detêm um “lugar próprio” e aqueles que agem no espaço do outro (Certeau, 1998, p. 99). A IAg, controlada por grandes corporações tecnológicas (*Big Techs*), opera segundo a lógica da estratégia. O conceito de estratégia, seria o

[...] cálculo (ou a manipulação) das relações de força que se torna possível a partir do momento em que um sujeito de querer e poder [...] postula um lugar suscetível de ser circunscrito como algo próprio a ser a base de onde se podem gerir as relações com uma exterioridade alvos ou ameaças (Certeau, 1998, p. 99).

Neste caso, as empresas desenvolvedoras dos Modelos de Linguagem operam uma estratégia de cerceamento. Ao postular um lugar próprio e opaco, ou ainda, a “caixa preta” do algoritmo, elas gerem a relação com os usuários impondo uma resposta que é assumida, muitas vezes, como verídica e inquestionável, podendo silenciar o processo de construção do conhecimento.

¹ Informação adequadamente formatada para ser transmitida da unidade interna de um computador para uma unidade externa ou para outro meio externo qualquer.

Em contrapartida, o professor crítico e seu estudante de química, conforme estamos pensando, ao utilizarem essas ferramentas em sala de aula, precisam operar no campo da tática, para que assim possam refletir e questionar o que é apresentado como uma resposta, que pode ou não ser válida no campo da ciência química. Assim, para que possamos entender melhor o que estamos pensando como tática, essa seria a ação calculada que não conta com um lugar próprio. Conforme nos apresenta Certeau,

[...] a tática é a arte do fraco. [...] Sem lugar próprio, sem visão globalizante, cega e perspicaz como se fica no corpo a corpo sem distância, comandada pelos acasos do tempo, a tática é determinada pela ausência de poder assim como a estratégia é organizada pelo postulado de um poder (Certeau, 1998, p. 101, com destaque do Autor).

Assim, a tática no EQ (ou no ECN), não é apenas um improviso, mas pode vir a ser, uma forma de resistência. Na formação inicial e continuada, isso pode se traduzir em instrumentalizar o professor com o conhecimento histórico da ciência e reflexões éticas para que ele não seja um mero operador de plataformas educacionais. A tática aqui é utilizar a IAg para questionar a própria IAg, contrapondo-se a uma educação neoliberal que prioriza a eficiência e a rapidez em detrimento da reflexão. É ocupar o espaço da tecnologia para subverter a lógica da entrega imediata de respostas, promovendo, em seu lugar, a investigação dos processos.

Neste trabalho, compreendemos a “ética” distanciando-nos de um moralismo normativo ou utilitarista, aproximando-nos da “ética universal do ser humano” postulada por Freire (1996). Trata-se de um compromisso político, ontológico e epistemológico com a humanização do sujeito e a autonomia intelectual. No contexto da IAg, essa ética se materializa na recusa à alienação algorítmica e na responsabilidade socioambiental perante as tecnologias que medeiam o conhecimento.

Em outras palavras, a IAg não é uma ferramenta neutra; ela é a materialização de uma estratégia de grandes corporações que buscam impor um lugar próprio de saber e controle. A História Cultural nos permite ler a sala de aula não como um local de recepção passiva, mas como um espaço de táticas. Ela justifica a necessidade de fornecer ao professor um instrumental, não apenas para verificar se o conhecimento químico está correto (papel da HFC), mas para resistir à lógica da eficiência neoliberal

que a ferramenta impõe, criando “astúcias” (Certeau, 1998) pedagógicas que subvertem o uso previsto da tecnologia.

Portanto, essa lente dupla se justifica pela necessidade de formar um docente que seja, simultaneamente, um guardião epistemológico (capaz de discernir o erro conceitual e a falha de evidência) e um sujeito político (capaz de operar taticamente dentro da cultura algorítmica sem ser dominado por ela). A HFC pode confrontar a “desinteligência”, a falta de análise e coerência empírica ou conceitual, enquanto os princípios da História Cultural podem nos trazer contrapontos às estratégias de controle, permitindo uma apropriação crítica e situada da tecnologia.

Diante das tensões entre a automação algorítmica e a necessidade de autonomia intelectual, este artigo orienta-se pela seguinte questão central: de que maneira a formação inicial e continuada de professores de química pode ser reestruturada para desenvolver uma análise crítica sobre a emergência da IA, capacitando-os a mitigar seus riscos e a potencializar o desenvolvimento do pensamento científico ético e autônomo? Para responder a essa problemática, o objetivo central deste trabalho é investigar as implicações epistêmicas e políticas do uso de ferramentas como *ChatGPT*, *Gemini* e *Meta IA* na formação docente em ECN, utilizando como base empírica as táticas e percepções que emergiram em um espaço formativo.

Percurso Metodológico

Este estudo configura-se como um relato de experiência de natureza qualitativa, derivado do minicurso formativo “*Possibilidades Didáticas no Uso da Inteligência Artificial para o Ensino de Química e Formação de Professores*”, ofertado durante o evento acadêmico realizado entre 26 e 29 de novembro de 2024 pela Universidade Federal de Catalão (UFCAT). A atividade contou com mais de 10 participantes inscritos entre licenciandos, professores da educação básica e do ensino superior em química.

Os dados analisados são provenientes das produções e interações dos participantes, coletadas via ferramentas *Mentimeter* e discussões síncronas sendo tratados de forma anônima. A análise foi realizada à luz do referencial da HFC, com foco na identificação de concepções e reflexões críticas sobre o uso da IA.

O minicurso foi estruturado com o objetivo geral de conhecer e discutir sobre a apropriação da IAg na educação e os avanços/possibilidades no uso dessas tecnologias na química e no seu ensino. No primeiro momento, buscamos levantar as concepções prévias dos participantes por meio da plataforma *Mentimeter*, com a provocação “*Refletindo sobre concepções da IAg, quais são nossas ideias?*”. Essa etapa foi fundamental para identificarmos que, corroborando Teles, Silva e Silva (2024), os docentes reconheciam potencialidades, mas demonstravam insegurança quanto aos aspectos críticos do uso da IAg.

A discussão posterior foi pautada na superação do dogmatismo da “*resposta pronta*”, confrontando os participantes com os limites da IAg em compreender contexto sociais e culturais (Souza, *et al.*, 2024).

Buscamos ainda, deslocar o foco da mera operacionalização tecnológica para a urgente necessidade de uma formação docente que capacitasse o professor de ECN a ser um mediador ético diante do complexo momento composto de desafios intrínsecos à cultura algorítmica. Esse deslocamento surge da necessidade de refletirmos sobre os discursos de praticidade, rapidez e agilidade, que se apresenta a nós com uma etimologia que nos dispensaria o pensar, afinal, trata-se de uma “*inteligência*”, mesmo que artificial.

Para avançarmos na análise, foi fundamental situarmos o conceito de IA para além do senso comum (Díez; Gómez; Martínez, 2001). Dividindo-se tradicionalmente em três modelos, temos a IA Simbólica (baseada em regras lógicas explícitas, predominante até os anos 1980) e *IA Coneccionista*, baseada em redes neurais e aprendizado de máquina, que imita a arquitetura cerebral (Díez; Gómez; Martínez, 2001; Ishida, 2021).

O terceiro modelo, que vivenciamos hoje popularmente, é a IAg, que diferente das IAs analíticas (apenas classificam dados), essa é impulsionada por arquiteturas de *Deep Learning* conhecidas como *Transformers*; capazes de criar novos conteúdos, textos, imagens, códigos; a partir de padrões “*aprendidos*” em vastas bases de dados (Orjuela; López, 2025).

As práticas no minicurso e o presente texto buscam intencionalmente responder à uma questão central: “De que maneira a formação inicial e continuada de professores de química poderia ser reestruturada para desenvolver uma análise crítica sobre a

emergência da IA_g, capacitando-os a mitigar seus riscos e a potencializar o desenvolvimento do pensamento científico autônomo e ético nos estudantes?”. O minicurso contou com a duração de oito horas, realizado durante a XVI Semana da Química: Prof. Dr. Fernando Petacci² na Universidade Federal de Catalão, no final de novembro de 2024.

O público-alvo foi composto por uma professora pesquisadora, dois estudantes de pós-graduação (orientandos) que atuaram como mediadores, e participantes inscritos no minicurso, abrangendo professores da educação básica e superior em formação inicial ou continuada. A escolha deste formato de intervenção partiu de uma intenção pedagógica voltada para o diagnóstico e a reconstrução dos saberes docentes frente à tecnologia, estruturando-se em três momentos dialógicos: i) - Sondagem e Desconstrução; ii) - Experimentação Tática; e iii) - Roda de Conversa e Atividade Manual.

Inicialmente, realizamos um levantamento dos conhecimentos prévios dos participantes sobre o funcionamento das IA_g, buscando identificar concepções de senso comum e mitos sobre a neutralidade algorítmica. No segundo momento, os participantes foram convidados a utilizar ferramentas de IA_g (como *ChatGPT*, *Meta IA*, *Gemini* etc.), para tarefas específicas do cotidiano escolar, tais como: pesquisa de conceitos químicos, elaboração de planos de aula e propostas de atividades de conteúdos específicos, desenho de moléculas. O objetivo não foi validar a eficiência da máquina, mas sim testar seus limites, identificando alucinações, vieses e falhas conceituais.

A etapa final consistiu em uma “roda de conversa”, inspirada nas discussões levantadas ao longo do minicurso, em correlação com a produção de um painel de colagens conceitual coletivo. Neste espaço, debateu-se as implicações éticas e ambientais (custo energético e lixo eletrônico).

Neste aspecto, o uso de tecnologias nos permitiu simular, levantar hipóteses, testá-las e elaborar situações que pudessem ser vivenciadas, como a apresentação de textos simples e resumidos, de questões que envolviam pesquisas sobre o uso de IA_g e seu papel em diversos campos de atuação profissional do professor, sendo envolvidas questões ambientais, étnico-raciais, questões éticas, questões do ensino aprendizagem,

² *In Memoriam.*

autoria, plágio, velocidade no processamento de informações e acessibilidade, validade de conhecimento, regulamentação no uso destas tecnologias, entre outros e que foram trabalhados na forma de roda de conversas e discutidas ao final para posteriormente avaliarmos como nossos objetivos haviam sido alcançados.

Com isso, nosso estudo qualitativo (Gil, 2002), se insere no campo da Formação de Professores e da Educação em Química/Ciências da Natureza (CdN) adotando como tema central a Análise Crítica da Emergência da IAg no ECN e as implicações para a Formação Inicial e Continuada de Professores de Química/CdN.

Imperativos para a Formação Docente Crítica na Atualidade

O contexto da emergência da IAg encontra na Filosofia e em outras ciências empíricas o seu principal campo de batalha. Conforme defendido por Neves (2025),

[...] as inteligências artificiais (IAs) assumem um papel central nas práticas sociais, influenciando áreas como a escrita, a pesquisa, a produção científica, o pensamento crítico (ou acrítico) e, especialmente, o campo educacional. Essas tecnologias estão presentes em quase todas as esferas da vida cotidiana, desempenhando funções diversas, como realizar buscas personalizadas, responder a pesquisas e facilitar o comércio eletrônico no mundo capitalista (Neves, 2025, p. 22).

Com isso, o avanço de IAg, ou *chatbots*, exige compreensão técnica. Ferramentas como o *ChatGPT* (da *OpenAI*), o *Gemini* (do *Google*) e o *DeepSeek* (modelo chinês de código aberto) funcionam baseados em padrões probabilísticos de linguagem, não em compreensão semântica real. Enquanto o *ChatGPT* e o *Gemini* são produtos comerciais integrados a ecossistemas de serviços, o *DeepSeek* tem ganhado relevância por sua eficiência em programação e custos reduzidos. Contudo, todos operam sob a lógica da previsão estatística da próxima palavra, o que, sem mediação atenta, pode favorecer a reprodução de vieses ou equívocos.

O pensamento filosófico pode surgir, então, como um eixo orientador para estimular a reflexão ética sobre o uso dessas tecnologias, visando à superação do pensamento automático e à promoção da autonomia intelectual dos alunos (Neves, 2025). Essa urgência é reforçada pela percepção de que o uso excessivo de IAg pode incentivar a aceitação passiva de informações e soluções prontas, um fenômeno que se opõe diretamente à postura reflexiva que a Filosofia busca fomentar.

E enquanto temos mencionado aspectos éticos relevantes na atuação profissional dos professores de ciências/química, defendemos que a discussão desses aconteça desde a formação inicial e possa fazer parte de sua *práxis* nas aulas de ciência e química na educação básica. Indo além do que discutem Rozentalski e Porto (2021), ao discutirem uma situação histórica e outra hipotética para que estudantes de química se posicionassem de forma ética.

Esses autores problematizam e argumentam em termos da produção e usos de compostos químicos e a necessidade de desenvolvimento do pensamento crítico e responsável, pensando o uso ético dos diversos compostos químicos que são produzidos e podem ser apropriados com finalidades diversas. E nesse sentido, a HFC e o posicionamento ético precisam estar presentes na formação de professores de química (Pego, 2022).

Sendo um aspecto problemático tanto na vida como na escola/universidade, com a dissolução da autoria, essas tecnologias geram textos sem citar fontes primárias com confiabilidade, muitas vezes, criando referências, ou atribuindo autoria indevida, emerge o problema do plágio sofisticado e da responsabilidade intelectual. Na formação de professores, é urgente debater que a facilidade do “*Ctrl+C* e *Ctrl+V*” da IAG, não apenas pode violar direitos autorais, mas também, atrofiar a capacidade de síntese e argumentação autoral, gerando até uma possível dependência de soluções prontas que pode suprimir a criatividade e a empatia que só o sentimento humano é capaz de vivenciar.

Vale ressaltar, que essa busca incessante por praticidade e agilidade tem um custo, por vezes, oculto. Para além do impacto ambiental, há o custo social da exclusão. Enquanto uma “elite acadêmica” utiliza versões pagas e avançadas dessas IAG para ampliar a sua produtividade, a maioria da população ou não tem acesso, ou acessa versões limitadas (ou pior, sofre os impactos materiais das mudanças climáticas que são aceleradas pelo consumo energético destas máquinas tecnológicas). A tecnologia, vendida como democrática, pode, na verdade, aprofundar abismos sociais e cognitivos, aprofundando a miséria de muitos e fortalecendo a riqueza de poucos.

Nesse sentido, a formação crítica do professor é vital, pois a IAG não pode ser vista apenas como uma ferramenta a ser utilizada, mas como um objeto a ser questionado e contextualizado. Neves (2025) defende que o docente deve atuar como

mediador, integrando a IAq ao processo educacional de forma ética e responsável, sem ceder ao comodismo ou ao pensamento automatizado.

Mas para isto, o professor precisa de formação inicial e continuada, para entender o que está em jogo, as potencialidades e riscos que este tipo de recurso pode ter em sua sala de aula.

A pesquisa e o conhecimento de estratégias para termos o uso assertivo, ético e contextualizado desses recursos tecnológicos precisam estar presentes de forma intencional na prática pedagógica dos professores; embora o nosso foco neste trabalho seja na formação de professores de química/ciências, pois esta é a área de formação e atuação profissional dos autores do presente texto.

O uso crítico da IAq, nas aulas de química, pode ser mobilizado pelo professor, em diversos momentos em suas aulas, desde orientar pesquisa de conceitos e temáticas de estudo, até o levantamento e solução de problemas que envolvem o conhecimento químico, para trabalhar textos de forma dinamizada, levantar conceitos validados ou não pela ciência, promover debates, elaboração de relatórios, etc. O importante é que o professor tenha sempre uma postura de mediação e problematização de conceitos e apresente fontes confiáveis, permitindo que os alunos questionem e possam construir seus conhecimentos de forma ética e responsável.

Consideramos que isto é indispensável para que o estudante não apenas utilize a tecnologia, mas compreenda que um *chatbot* “processa” e não “sabe”, e para que questione quem define a verdade e a responsabilidade por possíveis respostas preconceituosas ou incorretas geradas pela IAq e tome decisões coerentes com a ética.

Tais pontos foram levantados ao longo do minicurso. Quando fizemos, o foco direcionou-se em determinado momento para a dimensão ética e moral do uso da IA na educação. Conforme previsto nos objetivos específicos, buscou-se “refletir sobre a direção ética e moral na educação em um mundo cada vez mais dominado pelas tecnologias da IA” e problematizar “qual seria o alcance do uso ético e consciente na formação de professores de química”.

Para isso foram mobilizadas questões norteadoras como “*riscos X avanços*” e “*desempregados X adaptados*”, visando a confrontar os participantes com os dilemas socioambientais e trabalhistas da tecnologia. A Tática metodológica adotada foi “avaliar conhecimentos prévios na área de estudo/atuação e pensar novos desafios da

educação com o uso de tecnologias da IA^g”, o que permitiu evidenciar a lacuna formativa apontada por Teles, Silva e Silva (2024) quanto à compreensão crítica dos vieses algorítmicos.

As discussões realizadas indicam que, sem mediação pedagógica intencional, há o risco de reforçar uma visão utilitarista da IA^g, desconsiderando as implicações éticas e a desvalorização do papel docente, conforme alertado por Souza et al. (2024).

Entretanto, para que essa análise crítica seja profunda, ela deve ir além do dilema pedagógico imediato (como integrar uma ferramenta de imensa produtividade (a IA^g) sem desconfigurar o objetivo central da educação, que é formar sujeitos capazes de pensar criticamente e de forma autônoma) e abarcar, entre outras coisas, a reflexão sobre os custos socioambientais da IA^g, uma dimensão tipicamente negligenciada na formação docente.

Zhuk (2023) expõe o impacto ecológico oculto da IA^g, mostrando que seu desenvolvimento não é neutro (como nada no aspecto sociocultural o é). Para desenvolver suas ideias, a autora traz que o treinamento de modelos de IA^g, por exemplo, consome uma quantidade significativa de energia, principalmente de fontes não renováveis, elevando as emissões de carbono e criando obstáculos ao desenvolvimento sustentável.

Após discutimos e refletimos sobre o uso ético e moral da IA^g na Química, a formação avançou para a contextualização histórica e epistemológica da IA^g nessa área do conhecimento científico. Para tal foi apresentado um breve histórico do uso da IA^g na química, partindo do sistema especialista *Dental* (1965), até as aplicações contemporâneas com robôs químicos, predições e reações e no contexto da *Indústria 4.0*.

Esse resgate histórico foi problematizado à luz das influências neoliberais que atravessam o desenvolvimento tecnológico, permitindo aos participantes refletirem sobre os impactos dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem da ciência. A discussão evidenciou que a IA^g não é neutra, afinal carrega intencionalidades econômicas e políticas que precisam ser explicitadas na formação docente conforme defendido pelo referencial da HFC.

A crise energética decorrente dessa demanda computacional é tão iminente que o debate transcende a esfera técnica e ocupa, hoje, o centro da agenda geopolítica

global. A liderança na corrida pela IAg tornou-se uma questão de Estado, levando líderes mundiais, como Donald Trump nos Estados Unidos da América (EUA), a articularem medidas de desregulamentação federal para acelerar a expansão da infraestrutura tecnológica.

O argumento central é que a capacidade energética atual está próxima do limite, pressionando as *Big Techs* a investirem recursos de suas próprias matrizes de produção de energia, cogitando-se até fontes nucleares, para garantir que o funcionamento dessas tecnologias não seja interrompido por um colapso de abastecimento (Convergência Digital, 2025; Exame, 2026).

A aparente desmaterialização da “nuvem” (*cloud computing*) oculta uma infraestrutura termodinâmica brutal, configurando-se como um objeto de estudo central para o EQ. A refrigeração dos servidores responsáveis pelo processamento de trilhões de parâmetros de um Modelo de Linguagem de Grande Escala (LLM) demanda milhões de litros de água, o que permite ao docente explorar conceitos físico-químicos fundamentais, como capacidade calorífica, entalpia de vaporização e processos endotérmicos.

No contexto escolar, problematizar a infraestrutura da IAg torna-se uma tática pedagógica para ensinar Termoquímica não como uma abstração isolada, mas como chave de leitura material da crise climática atual, confrontando a falácia do progresso tecnológico imaterial (Zhuk, 2023).

Destacamos ainda como alerta, que além do alto consumo energético dos *data centers*, que são a espinha dorsal da infraestrutura de IAg, Zhuk (2023), chama-nos a atenção ao problema do lixo eletrônico (*e-waste*). O rápido avanço do *hardware* de IAg (como Unidade de Processamento Gráfico (GPUs) e Circuito Integrado de Aplicação Específica (ASICs)) encurta, segundo esta autora, a vida útil dos dispositivos, levando ao descarte prematuro de componentes que contêm substâncias tóxicas e contribuem para a degradação ambiental.

O descarte prematuro de hardware, impulsionado pela corrida da IAg, retoma o debate da química inorgânica e orgânica no cotidiano da sala de aula. A contaminação do solo e dos lençóis freáticos por lixiviação de metais pesados (como chumbo, cádmio e mercúrio) e lantanídeos (contexto histórico da ciência das “terras raras”) presentes

nos processadores, atrelada à lenta cinética de degradação dos polímeros sintéticos que compõem as carcaças dos equipamentos, evidencia o custo tóxico da inovação.

Ao articular conceitos da HFC com esses conteúdos, o currículo de química permite que o futuro docente compreenda a estrutura e a reatividade desses compostos, transformando a denúncia da obsolescência programada em uma práxis científica e ambientalmente fundamentada.

A análise crítica da utilização da IAg, portanto, deve necessariamente incorporar esses custos materiais e ecológicos, expondo a face extrativista e poluente da tecnologia. E ainda refletir sobre o consumismo que é estimulado no mundo capitalista e a obsolescência programada ou logística reversa, o que pode levar a descartes no lixo comum e aquisição novos de materiais, mais modernos e ágeis que os anteriores, sem o retorno dos obsoletos para as fontes responsáveis pelo seu descarte e tratamento.

Isto muitas vezes não é discutido e nem conhecido. As pessoas preferem não pensar no que estaria por trás das facilidades que são vinculadas, muitas vezes como sinônimo de avanços tecnológicos e progresso, que as pessoas acabam, por desconhecimento, preferindo ver apenas o lado bom.

Ao apresentarmos as IAg utilizadas de forma geral, na química e no ECN, o minicurso buscou deslocar a visão dos professores de meros usuários para sujeitos críticos, capazes de avaliar as implicações socioambientais e a reprodução de desigualdades via tecnologia. Essa abordagem colabora com o debate e diálogo sobre a desvalorização do papel docente quando a tecnologia é usada sem mediação pedagógica crítica.

Se a análise crítica do uso da IAg exige o rompimento com o pensamento automático e a consideração de seus impactos materiais, o campo do ECN, possui em sua base um referencial fundamental para essa reestruturação pedagógica: a HFC. Pego, Gonçalves e Teodoro (2023), ao analisarem a construção de saberes docentes sob a perspectiva da HFC, sustentam que esse campo de conhecimento é essencial para auxiliar na compreensão do papel da ciência e da pesquisa baseada em evidências na dimensão *metacientífica*.

Em um contexto em que a IAg pode produzir “fatos” com fluidez, mas sem o rigor epistemológico necessário, inclusive “alucinando” fontes e evidências, entendemos que fontes da HFC podem se apresentar como recursos metodológicos e

conceituais, importantes enquanto instrumentos de análise e reflexão. Ao propormos a HFC na formação de professores, esperamos, tal como Siqueira e Pinheiro (2022),

[...] que nosso texto possa ser mais um material que auxilie no desafio dos professores, dos formadores de professores e das instituições formadoras, em especial nas universidades públicas, na luta contra esse movimento antirreformista na educação do país no sentido da possibilidade de formação efetivamente integral e crítica de educadores e educadoras no Brasil (Siqueira; Pinheiro, 2022, p. 544).

Para nós, o docente em formação permanente precisa consolidar seus conhecimentos em HFC para que então possa constituir recursos e táticas para o desenvolvimento e promoção da criticidade e assim desmistificar a ciência enquanto verdade positivista.

Desta maneira cabe aos professores, apresentarem a ideia de que a ciência é um processo humano, carregado de erros, debates e tensionamentos sociais (Sousa, Costa e Sgarbi, 2022), e não uma verdade monolítica e inquestionável, como o discurso algorítmico pode sugerir, que ainda constam de muitos livros didáticos e aulas tradicionais em muitas escolas brasileiras.

No entanto, não podemos deixar de refletir sobre a necessidade de termos uma base de conhecimentos sólidos que possam se consolidar desde a formação inicial e se constituir em formação permanente para a vida e o exercício crítico da docência de maneira geral e na química, conforme temos discutido aqui.

A HFC pode reforçar o valor da dúvida metódica, do obstáculo epistemológico e do longo processo de validação de conhecimento. Para, por fim, conforme Pego, Gonçalves e Teodoro (2023), os princípios da HFC podem ajudar na construção de um conhecimento docente mais robusto. Ela permite aos professores e alunos da formação inicial e continuada, analisarem criticamente os conteúdos, currículos, as propostas pedagógicas, seus alinhamentos mais humanizados, críticos quanto ao uso e ao impacto social e ambiental das tecnologias no ensino e no meio social. Com isto, consideramos ser importante refletir, a partir da perspectiva da HFC, os paradigmas e as consequências que o uso da IA exige em termos sociais, econômicos, tecnológicos, ambientais e culturais, só para citar os mais evidentes.

Portanto, a HFC pode fornecer a lógica, teórica, filosófica e metodológica para que o professor de Ciências não apenas utilize a IA como ferramenta, mas a transforme em um objeto de estudo crítico. A formação que integra a HFC pode

preparar o professor para questionar a “caixa preta” dos algoritmos e evitar a superficialidade, contribuindo para a melhoria do ECN como uma construção humana ao longo da história, sofrendo diversos tensionamentos societários (Sousa, Costa e Sgarbi, 2022).

O desafio, apontado pela literatura, é que a integração da HFC nos currículos de formação de professores ainda carece de uma consolidação teórico-epistemológica, o que acentua a urgência desta pesquisa em um cenário dominado pelo uso generalizado e acrítico da IA.

É justamente nessa lacuna entre a onipotência da ferramenta e a ausência de reflexão teórica que se inseriu a intervenção pedagógica deste estudo. Buscando superar o uso ingênuo denunciado pela literatura, o minicurso funcionou como um laboratório de táticas docentes, onde as plataformas de IA não foram tratadas como oráculos, mas como objetos de inquirição.

Durante as atividades, os participantes foram desafiados a confrontar as respostas geradas pelas interfaces mais difundidas (ChatGPT e Gemini) com o rigor conceitual da química e os princípios éticos da HFC. O resultado desse confronto analítico, construído coletivamente entre licenciandos e professores da educação básica, expôs as fissuras entre a promessa de eficiência algorítmica e a realidade das limitações epistemológicas e ambientais dessas ferramentas, conforme sistematizado na Tabela 1.

Tabela 1

Matriz comparativa de potencialidades e limitações das IAg analisadas no minicurso sob a ótica da HFC.

Critério de Análise	ChatGPT (OpenAI - Versão Gratuita)	Gemini (Google versão Gratuita)	Análise Crítica (HFC e Ambiental)
Precisão Conceitual (Química)	Acerta conceitos básicos.	Integração com busca em tempo real melhora a atualização, mas ainda falha.	A IA atua como uma caixa preta, oferecendo a resposta final, ocultando o processo.
Fontes e Referências	Inventa referências (alucinação bibliográfica) ou cita autores genéricos sem o <i>link</i> real.	Fornece <i>links</i> diretos para as fontes, mas muitas vezes prioriza blogs não acadêmicos.	Ausência de rastreabilidade histórica viola a ética científica. Perde-se a noção de autoria e da historicidade do conceito.
Resolução de Problemas	Resolve problemas matemáticos básicos.	Capacidade de leitura de imagens (multimodalidade), mas com inconsistências na interpretação de gráficos experimentais.	Promove uma visão instrumental da ciência, focando no resultado numérico e não na compreensão do fenômeno.
Custo Material (Invisível)	Processamento centralizado em servidores. Alto consumo de água e resfriamento não declarado.	Integrado ao ecossistema Google, “diluindo” a percepção de custo energético.	O uso acrítico ignora a termodinâmica do processamento de dados (consumo de água e energia).

Fonte: Os autores, 2026.

A análise sintetizada no Tabela 1 revela a tensão entre a estratégia do algoritmo e a necessidade de uma tática docente, conforme discutido via Michel de Certeau (1998). Observamos que, embora as ferramentas ofereçam rapidez (eficiência técnica), elas falham justamente nos pilares da formação científica, que é a rastreabilidade das fontes, a precisão do processo experimental e a ética ambiental. A Tabela 1 evidencia que o uso dessas IAg sem a mediação crítica e reflexiva que pode ser alcançada a partir do conhecimento da HFC, tende a reforçar uma visão de química como um conjunto de respostas prontas e mágicas, desconectadas tanto de sua construção histórica quanto de seu custo material (hídrico e energético) para o planeta.

Não obstante as falhas técnicas apresentadas, a incapacidade de percebê-las não é um acidente, mas um sintoma. Nesse sentido, é imperativo lançar um olhar sobre nossa própria constituição epistemológica, pois, devido a uma formação positivista, inclusive motivada pela natureza metodológica e empírica do conhecimento químico,

cabe um alerta, como espécie de “olhar no retrovisor”. Esse movimento serve para percebermos que mesmo antes desse movimento tecno-social, muitos professores ensinavam de maneira conteudista e acrítica, sendo este processo ainda mais sério com o utilitarismo e praticidade de respostas que a IAg pode fornecer.

Destacamos que a automação da resposta pronta pela IAg apenas evidencia/reforça uma problemática antiga do EQ: o dogmatismo tradicionalista. Se a sala de aula já operava sob a lógica da transmissão pouco reflexiva dos conceitos, em que a resposta certa vale mais que o processo de construção do pensamento químico e seu ensino na educação básica, a utilização generalizada IAg não inaugura a crise, ela apenas a intensifica profundamente. Afinal, esperamos respostas, mas não qualquer resposta. Uma que seja convincente, mesmo que seja enviesada, deve ser questionada na relação ensino-aprendizagem na sala de aula. Pois, a mera a inserção da IA no EQ pode apenas reforçar o dogmatismo da “resposta pronta”, já criticado historicamente na área.

Esse risco é corroborado pela literatura recente da área de avaliação educacional, que alerta para as limitações da IA incompreender contextos sociais, culturais e emocionais, além da tendência ao reforço de vieses e à desvalorização do papel docente quando a tecnologia é usada sem mediação pedagógica crítica (Souza, *et al.*, 2024).

Portanto, o verdadeiro desafio não é vencer a máquina ou proibí-la (uma lógica fadada ao fracasso), mas sim transformar a cultura pedagógica. A tática de resistência, nesse cenário, seria resgatar a dúvida, a experimentação e a história, elementos que nenhum algoritmo probabilístico consegue simular com autenticidade.

Superada a etapa de desconstrução das ferramentas, impõe-se o desafio propositivo. Como, afinal, integrar a IAg ao currículo de Ensino da Química sem sucumbir à estratégia das *Big Techs*? A resposta reside na subversão da finalidade da ferramenta. Se o mercado vende a IAg como um “oráculo”, a educação química deve apropriar-se dela como um simulador de processos que requer atenção e análise crítica.

A revisão sistemática conduzida por Orjuela e López (2025) aponta caminhos promissores nessa direção. Os autores identificaram que, quando mediada pelo professor, a IAg enquanto recurso tecnológico nos permite transitar entre os três níveis

do conhecimento químico (macroscópico, microscópico e simbólico) com uma fluidez inédita. O uso de modelos generativos e de aprendizado profundo (*Deep Learning*) pode auxiliar na visualização de estruturas moleculares complexas e na modelagem de reações que seriam abstratas demais ou perigosas para um laboratório escolar convencional.

Contudo, essa integração exige uma atualização curricular urgente, especialmente nas áreas aplicadas. Ishida (2021), ao analisar o ensino no curso de Engenharia Química, destaca que a literacia digital não pode limitar-se ao uso de softwares comerciais. É necessário introduzir noções de *Machine Learning* e programação (como *Python*) na formação dos engenheiros. Vale refletir, se nos cursos de áreas específicas, como é o caso das engenharias a utilização da IAq já é fomentada, desde que com a devida vênua, no caso da educação básica e da formação daqueles que atuarão como professores, não se trata apenas de usar a IAq para resolver as equações ou trazer definições, mas de entender a lógica algorítmica por trás da solução e isso demanda tempo, estudo, uma formação crítica e atualizada.

Essa abordagem pode converter o uso de recursos tecnológicos da IAq de caixa preta em “caixa de ferramentas”. Ao invés de perguntar ao *ChatGPT* “Qual o resultado da reação?”, a tática docente sugere orientar o aluno a solicitar que a IAq “Crie um código em Python que simule a cinética dessa reação sob diferentes temperaturas”. Nesse movimento, o aluno pode deixar de ser um consumidor passivo de dados (que gasta água e energia para obter um texto pronto) e pode tornar-se um arquiteto de modelos, que ainda gasta água e energia para obter um texto pronto, porém, utilizando a capacidade computacional para expandir a sua cognição científica, e não para substituí-la. Ou ainda, se posicionar criticamente com relação ao uso exagerado de tais tecnologias para decidir e tomar decisões que são da competência humana e das quais não podemos deixar de lado, como a ética, a criatividade, a empatia e todos os sentimentos que nos fazem humanizados e melhores seres.

A urgência de instrumentalizar criticamente os professores de Química transcende a escolha pedagógica individual; ela constitui, hoje, um imperativo legal e estrutural. O cenário normativo brasileiro, redesenhado pela Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023, que institui a Política Nacional de Educação Digital (PNED (Brasil, 2003)), e pelas diretrizes projetadas para o Plano Nacional de Educação (PNE

2025-2035 (Brasil, 2024)), impõe a integração transversal da cultura digital e do pensamento computacional aos currículos, em consonância com a BNCC-Computação. Contudo, essa adequação normativa pode se apresentar de maneira equivocada em mero tecnicismo, se desprovida de reflexão e análise.

Conforme discutido na literatura recente (Melo; Junior, 2025), o alinhamento entre a PNED e a formação docente exige superar o uso instrumental das ferramentas, promovendo uma apropriação que considere os impactos sociais e cognitivos da tecnologia, uma demanda que a mediação crítica do professor que busque elementos na HFC pode trazer ideias que fomentem a reflexão e o desenvolvimento crítico que podem nos auxiliarem a tomar decisões com maior conhecimento de causa.

Teles, Silva e Silva (2024), ao analisarem professores de química da Amazônia paraense, constataram que, embora reconhecessem as potencialidades da inteligência artificial, os professores relatam falta de formação crítica para compreender vieses algorítmicos e impactos socioambientais dessa tecnologia.

Durante o minicurso, na interação direta com o *chatbot* foi que a necessidade da HFC se revelou como um imperativo de sobrevivência intelectual e não apenas um conteúdo curricular. Ao solicitarmos às IAg, para citar um exemplo, da geração de imagens, que representassem visualmente um professor ou um estudante de química, os participantes se depararam com a materialização de vieses algorítmicos, pois entregaram imagens de homens asiáticos muito jovens, reforçando estereótipos. Mesmo nas situações em que a interação humana tentou intervir, ou ainda, forçando o recorte de gênero, ao pedirmos a imagem de uma professora ou estudante de química, a estratégia do algoritmo apenas deslocou o viés hegemônico, resultando em representações exclusivas de mulheres brancas ou indianas.

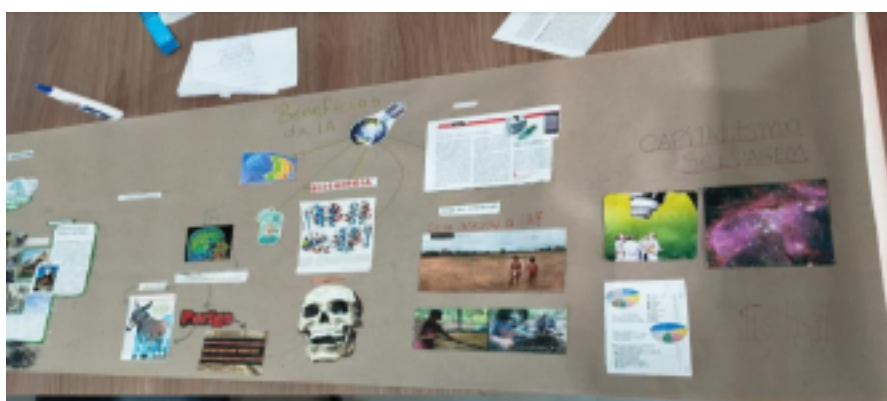
Esse episódio evidenciou a incapacidade, à época, das ferramentas em refletir a diversidade, servindo como estudo de caso para discutir a não-neutralidade da tecnologia e da ciência. A Figura 1, apresenta o produto final da fase seguinte, que foi a Roda de Conversas final. O painel foi construído coletivamente por meio da colagem ou em termos *certeunianos*, bricolagem (Certeau, 1998). A escolha por uma produção manual, utilizando papel pardo, tesoura e cola, não foi acidental; ela constitui, em si, uma tática de resistência. Ao se afastarem das telas e retornarem à materialidade tátil,

os participantes impuseram um tempo de reflexão que o ritmo frenético do algoritmo não permite.

Também observamos o aumento das interações intersubjetivas, que deram lugar a reflexões e trocas de experiências e assim, puderam contribuir uns com os outros em suas dúvidas e fragilidades.

Figura 1

Painel físico de “bricolagem” conceitual construído coletivamente durante a Roda de Conversa, novembro de 2024.



Fonte: Os autores, 2024.

Destacamos na figura, na parte à direita, a inscrição “Capitalismo Selvagem!” próxima a imagens do universo e de cientistas com semblantes de preocupação e intrigas, voltam-se para o microscópio ou telescópio. É crucial notar que essa escolha não foi um ato isolado de colagem, mas a culminância de uma tática sensorial que pode ter surgido após uma discussão sobre o neoliberalismo, momento em que uma participante solicitou a execução da música de mesmo nome para que os colegas mais novos ouvissem.

Assim, o painel não apenas ilustra, mas ecoa a crítica debatida e ouvida naquele instante em que presenciamos uma espécie de denúncia de que a ciência e a exploração tecnológica são também capturadas pela lógica do lucro, enunciado que a promessa de progresso imbrica a produção de mercadoria. Na Figura 2, trazemos um recorte do painel, que ao ser discutido durante a bricolagem, nos fez refletir sobre o conteúdo e a forma do próprio minicurso.

Figura 2

Recorte do painel destacando a justaposição entre a prática científica (“Capitalismo Selvagem”), a bioenergia e a exclusão digital (“Sem acesso à IA”), materializando a crítica visual à neutralidade tecnológica.



Fonte: Os autores, 2024.

A análise do recorte, revela uma percepção aguçada dos participantes sobre as tensões externas que moldam a atividade científica. Ao justapor a inscrição “Capitalismo Selvagem!” às faces preocupadas de cientistas com olhares ansiosos seus instrumentos (microscópios/telescópios), a bricolagem visual denuncia o sequestro da tecnociência pela lógica do lucro. Ou ainda, nos faz pensar em qual seria o referencial estratégia/tática? Nos acomodamos ao conhecimento pronto e acabado, das verdades positivistas ou insurgimos analisando e refletindo sobre o que nos faz mais felizes e humanos, cuidando e preservando a vida, o meio ambiente e cuidando da humanização das pessoas.

Essa conjunção e disposição visual, trouxe aquilo que entendemos como uma tensão entre a vastidão do conhecimento (cosmos) e a apreensão de quem o produz (o cientista), insinuando que a prática científica se encontra sob ameaça (mas nem tanto). Na sala, naquele momento tácito, decantado da reflexão teórica e das nossas memórias evocadas pela trilha sonora da música que buscava criticar o capitalismo, levantamos a hipótese de que, talvez, o olhar dos cientistas no papel pardo, poderia funcionar como um espelho da nossa própria condição docente e dos momentos de incerteza que

vivenciamos, nos fez pensar no quanto estamos automatizados. Daí surge um questionamento: realmente devemos seguir acelerados na instantaneidade das tecnologias? Ou devemos ir mais devagar e repensar o que estamos fazendo de nós mesmos?

Reconhecemo-nos, simultaneamente, em dois lugares distintos, que éramos os cientistas, olhando para a vastidão das possibilidades que a tecnologia apresenta, mas também éramos o alvo do experimento estratégico (Certeau, 1998). Todo o enredo, nos alertou para o risco de, ao abdicarmos da crítica, deixarmos de ser os observadores do mundo macro, micro e simbólico, nos tornando autômatos, manipulados pela lógica algorítmica.

Sob a ótica da HFC, essa composição materializa a angústia contemporânea, pois a ciência, que deveria servir à emancipação humana e à preservação da vida, vê-se pressionada a servir à aceleração algorítmica e à exploração predatória de recursos. O semblante de intriga e preocupação atribuído aos cientistas na colagem sugere que o avanço tecnológico da IAq, quando desprovido de ética e submetido apenas às leis do mercado, não gera progresso, mas sim risco existencial. Poderia vir a ser a tática do professor em parceria com seus alunos, denunciando o que a estratégia das *Big Techs* tenta ocultar, o custo humano e ambiental da inovação desenfreada.

A colagem justapõe a alta tecnologia com a realidade da exclusão social, representada pela legenda “Sem acesso à IA!” sobre imagens de populações rurais, indígenas e vulneráveis. Sob a ótica da História Cultural, este painel é o “lugar do outro” (Certeau, 1998). Enquanto a estratégia da IAq busca entregar uma imagem limpa, asséptica e pronta, a tática dos professores produziu uma imagem suja, recortada, polifônica e crítica. O painel denuncia o que a interface do ChatGPT esconde: o custo energético (Bioenergia), o risco de desumanização e a desigualdade de acesso.

Portanto, a atividade manual não foi um recuo pedagógico, mas um avanço crítico. Ela permitiu que os conceitos abstratos de termodinâmica (custo de energia) e ética (acesso e viés) ganhassem corpo e forma, trazendo possibilidades para acreditar que a inteligência humana, com sua capacidade de associar o capitalismo selvagem à bioenergia, ainda opera em uma camada de complexidade moral que nenhum modelo de linguagem, até o momento, conseguiu simular.

Considerações Finais

Compreendemos que a emergência da IAg impõe ao EQ/ECN um duplo desafio, o técnico e o ético. Este estudo, partindo da análise de uma intervenção com professores e licenciandos, nos evidencia que a incorporação acrítica dessas ferramentas pode levar a uma “desinteligência pedagógica”, caracterizada pela aceitação passiva de resultados automatizados e pela invisibilização dos processos de construção do conhecimento.

O relato da experiência formativa evidencia que a simples inserção da inteligência artificial no EQ não garante inovação pedagógica. Ao contrário, pode reforçar o dogmatismo da “resposta pronta” se não houver uma formação docente pautada na criticidade, na ética e na compreensão dos contextos sócio-históricos da tecnologia.

Consideramos que a formação inicial e continuada não deve rejeitar a tecnologia, mas sim fornecer ao professor as ferramentas para que, desde a formação inicial, ele possa refletir e conhecer o funcionamento destas e outras tecnologias em que trazemos como possibilidade, as lentes da HFC e da História Cultural. É fundamental que o docente ocupe o espaço da tática, utilizando a IAg como objeto de investigação para desvelar suas limitações conceituais e seus custos socioambientais.

Os resultados do minicurso indicam que professores da Educação básica e do ensino superior reconhecem as potencialidades da IAg, mas carecem de espaços formativos que discutam seus limites, vieses e impactos, em consonância com as demandas do PNED e da BNCC para uma educação científica crítica.

A integração da cultura digital nos currículos, preconizada pela legislação atual, só será efetiva se for acompanhada de uma postura humanista que valorize a dúvida metódica e a responsabilidade intelectual. Afinal, em tempos de respostas artificiais instantâneas, a pergunta humana, crítica, ética e contextualizada, torna-se o recurso didático mais valioso em sala de aula.

Assim, precisamos nos mobilizar como professores e formadores de professores de química, envolvendo-nos na formação inicial e continuada desses, para que então, possam ser tacitamente refletidas as questões que levantamos até o momento e outras que precisam ser trabalhadas nos cursos de licenciatura em química

e nos cursos de extensão e pós-graduação stricto e lato sensu. E que os conhecimentos da HFC e da História Cultural possam ser continuamente estudados, discutidos, refletidos e analisados criticamente ao longo da nossa vida.

Referências

- Brasil. (2023). Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996, 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14533.htm
- Brasil. (2024). *Projeto de Lei nº 2.614, de 2024*. Aprova o Plano Nacional de Educação para o decênio 2024-2034 e dá outras providências. <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2443764>
- Burke, P. (2008). *O que é história cultural?* (2a ed.). Jorge Zahar.
- Certeau, M. de. (1998). *A invenção do cotidiano: 1. artes de fazer* (E. F. Alves, Trad.; 3a ed.). Vozes.
- Chartier, R. (2002). *A história cultural: entre práticas e representações* (2a ed.). Difel.
- Convergência Digital. (2025). *Por domínio do mundo, Trump retira poder dos estados e diz que IA vai ser regulada pelo governo federal*. <https://convergenciadigital.com.br/mercado/por-dominio-do-mundo-trump-retira-poder-dos-estados-e-diz-que-ia-vai-ser-regulada-pelo-governo-federal/>
- Díez, R. P., Gómez, A. G., & Martínez, N. de A. (2001). *Introducción a la inteligencia artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva*. Universidad de Oviedo.
- El-Hani, C. N. (2006). Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In C. C. Silva (Org.), *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino* (pp. 3-21). Livraria da Física.
- Exame. (2026). *Com Trump, Davos vira palco de disputas tecnológicas e de novos dilemas da IA*. <https://exame.com/inteligencia-artificial/com-trump-davos-vira-palco-de-disputas-tecnologicas-e-de-novos-dilemas-da-ia/>
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4a ed.). Atlas.
- Ishida, D. M. T. (2021). *Perspectivas do aprendizado de máquina no ensino da Engenharia Química* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de São Carlos].

- Matthews, M. R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 12(3), 164-214. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>
- Melo, A. S. de, & Junior, R. de O. (2025). Base Nacional Comum Curricular de Computação (BNCC Computação) na Conferência Nacional de Educação (CONAE 2024). *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 33, 675-703. <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/4642>
- Neves, O. dos S. (2025). Filosofia na Educação: superando o pensamento automático na era da inteligência artificial. In *Educação em transformação: perspectivas globais e inovação* 2. Atena Editora. <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/educacao-em-transformacao-perspectivas-globais-e-inovacoes-2>
- Orjuela, Y. V. B., & López, L. B. (2025). Revisão sistemática de modelos de IA aplicados no ensino de química. *Revista Huellas*, 2, 66-74. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rhuellas/article/view/10022>
- Pego, D. S. (2022). *A história e a filosofia da ciência para a construção de saberes docentes no currículo de licenciatura em química do IF Goiano* [Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano].
- Pego, D. S., Gonçalves, E. A., & Teodoro, P. V. (2023). The construction of teaching knowledge from the perspective of the history and philosophy of science. *Concilium*, 23(11). <https://doi.org/10.53660/CLM-1476-23G07>
- Pesavento, S. J. (2005). *História & história cultural* (2a ed.). Autêntica.
- Rocha, C. L. A. (2024). “Desinteligência ou burrice”? Cármen Lúcia e Moraes criticam Zambelli e Delgatti. *Migalhas*. <https://www.migalhas.com.br/quentes/407838/desinteligencia-ou-burrice--mignistros-do-stf-criticam-hacker-do-cnj>
- Rozentalski, E., & Porto, P. (2021). A ética química e seu ensino a estudantes de química. *Química Nova*, 44, 1210-1218. <https://www.scielo.br/j/qn/a/FZ3jXmy4nvyn4R33jcZG98m/?lang=pt>
- Siqueira, R. M., & Pinheiro, L. R. (2022). História e Filosofia da Ciência e sua (não) presença na Base Nacional Comum para a Formação de Professores (BNC-Formação). *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 39(2), 518-550. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/85851>
- Sousa, L. A. de, Souza, A. S., Muñoz, D. R., & Pontes Junior, J. A. de F. (2025). Inteligência artificial na avaliação educacional: potencialidades e limitações. *Práxis Educacional*, 21(52), e17106. <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v21i52.17106>
- Teles, L. M. G., Silva, L. P. da, & Silva, L. O. da. (2024). Percepções de professores de química da Amazônia paraense sobre a incorporação da inteligência artificial

no ensino. *Areté*, 10(esp.), 1-15.
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2443-45662024000300141

Zhuk, A. (2023). Artificial Intelligence Impact on the Environment: Hidden Ecological Costs and Ethical-Legal Issues. *Journal of Digital Technologies and Law*, 1(4).
<https://www.lawjournal.digital/jour/article/view/303>

Submetido em: 31/01/2026

Aceito em: 08/07/2026

Publicado em: 25/09/2026

Periódico organizado pela Sociedade Brasileira de Ensino de Química – SBEnQ



Este texto é licenciado pela Creative Commons Attribution 4.0 International License.