Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química

https://doi.org/10.56117/resbenq.2026.v7.e072615

Elaboração de estudo de caso com IA: design de *prompts* como estratégia formativa de professores de Química

Case study development with AI: prompt design as a training strategy for Chemistry teachers

Elaboración de estudios de caso con IA: diseño de prompts como estrategia de formación de profesores de Química

Thiago Bernardo Cavassani (thiago.cavassani@ifsp.edu.br)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-IFSP
https://orcid.org/0000-0002-5108-5935

Joana de Jesus de Andrade (joanaj@ffclrp.usp.br)
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto-USP
https://orcid.org/0000-0002-6161-2209

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar e discutir uma experiência formativa voltada ao aprimoramento da elaboração de *prompts* por licenciandos para a produção de Estudos de Caso para o Ensino de Química (ECEQ) com mediação de sistemas de Inteligência Artificial (IA). Metodologicamente, desenvolveu-se uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica (IP), organizada em cinco etapas com estudantes do sexto período do curso de Licenciatura em Química de uma instituição federal de ensino. O *corpus* de análise foi constituído pelos *prompts* elaborados pelos licenciandos e pelas respectivas respostas geradas pelas IAs. Os resultados indicaram que, inicialmente, os estudantes apresentavam baixo domínio dos elementos necessários à construção de *prompts* adequados, recorrendo a comandos genéricos e pouco alinhados às demandas propostas, o que resultou em ECEQ com limitações importantes para o processo de ensino e aprendizagem em Química. Após a IP, observou-se aprimoramento na elaboração dos *prompts*, especialmente na descrição do contexto de ensino, na clareza da solicitação apresentada à IA e na definição dos critérios de saída esperados. Entretanto, os ECEQ produzidos ainda apresentaram simplificações excessivas, conteúdos fragmentados, ausência de conceitos químicos relevantes, supressão de termos científicos e pouca articulação com os objetivos pedagógicos previamente estabelecidos. Avalia-se que a IP possibilitou identificar tanto as potencialidades quanto

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

ISSN: 2676-0290

os desafios relacionados ao uso da IA como recurso metodológico na formação docente. Ao mesmo tempo, contribuiu para o desenvolvimento da literacia de *prompts* entre os estudantes, para a adoção de uma postura crítica, contínua e avaliativa durante as interações com as IAs e para a ampliação do repertório pedagógico dos futuros professores. Conclui-se que a formação inicial deve contemplar novos momentos de uso crítico e em situações reais de sala de aula com tecnologias emergentes, articulando conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo na construção do conhecimento profissional docente em Química.

Palavras-chave: Design de *Prompt*. Inteligência Artificial. Estudo de Caso no Ensino de Química.

Abstract

This study aims to present and discuss a teacher education experience designed to improve the formulation of *prompts* by preservice teachers for the production of Case Studies for Chemistry Teaching (CSCT) mediated by Artificial Intelligence (AI) systems. Methodologically, a pedagogical intervention (PI) study was conducted in five stages with sixth-semester students enrolled in a Chemistry Teacher Education program at a federal educational institution. The analytical *corpus* consisted of the *prompts* formulated by the preservice teachers and the corresponding responses generated by the AI systems. The results indicated that, initially, the students had limited mastery of the elements required to construct appropriate *prompts*, relying on generic commands that were poorly aligned with the proposed demands. This resulted in CSCT presenting significant limitations for the chemistry teaching and learning process. Following the PI, improvements were observed in the formulation of the *prompts*, particularly in the description of the teaching context, the clarity of the requests submitted to the AI systems, and the definition of the expected output criteria. Nevertheless, the CSCT produced still exhibited excessive simplification, fragmented content, the absence of relevant chemical concepts, the omission of scientific terminology, and limited alignment with the previously established pedagogical objectives. The PI made it possible to identify both the potential and the challenges associated with using AI as a methodological resource in teacher education. At the same time, it contributed to the development of *prompt* literacy among the students, the adoption of a critical, continuous, and evaluative stance during interactions with AI systems, and the expansion of the future teachers' pedagogical repertoire. It is concluded that initial teacher education should provide further opportunities for the critical use of emerging technologies in authentic classroom situations, integrating technological, pedagogical, and content knowledge in the development of professional knowledge for chemistry teaching.

Keywords: *Prompt* Design. Artificial Intelligence. Case Studies for Chemistry Education.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo presentar y discutir una experiencia formativa orientada al perfeccionamiento de la elaboración de *prompts* por parte de futuros docentes para la producción de Estudios de Caso para la Enseñanza de la Química (ECEQ), con la mediación de sistemas de Inteligencia Artificial (IA). Metodológicamente, se desarrolló una investigación de intervención pedagógica (IP), organizada en cinco etapas, con estudiantes del sexto semestre del Profesorado en Química de una institución federal de enseñanza. El *corpus* de análisis estuvo constituido por los *prompts* elaborados por los futuros docentes y por las respectivas respuestas generadas por los sistemas de IA. Los resultados indicaron que, inicialmente, los estudiantes presentaban un dominio limitado de los elementos necesarios para construir *prompts* adecuados y recurrían a instrucciones genéricas y poco alineadas con las demandas propuestas, lo que dio lugar a ECEQ con importantes limitaciones para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química. Después de la IP, se observó una mejora en la elaboración de los *prompts*, especialmente en la descripción del contexto de enseñanza, en la claridad de la solicitud presentada a los sistemas de IA y en la definición de los criterios de salida esperados. Sin embargo, los ECEQ producidos todavía presentaron simplificaciones excesivas, contenidos fragmentados, ausencia de conceptos químicos relevantes, supresión de términos científicos y escasa articulación con los objetivos pedagógicos previamente establecidos. Se considera que la IP permitió identificar tanto las potencialidades como los desafíos relacionados con el uso de la IA como recurso metodológico en la formación docente. Al mismo tiempo, contribuyó al desarrollo de la alfabetización en *prompts* entre los estudiantes, a la adopción de una postura crítica, continua y evaluativa durante las interacciones con los sistemas de IA y a la ampliación del repertorio pedagógico de los futuros docentes. Se concluye que la formación inicial docente debe ofrecer nuevas oportunidades para el uso crítico de las tecnologías emergentes en situaciones reales del aula, articulando conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares en la construcción del conocimiento profesional docente para la enseñanza de la Química.

Palabras clave: Diseño de *Prompts*. Inteligencia Artificial. Estudios de Caso para la Enseñanza de la Química

Introdução

A recente popularização de sistemas de IA vem provocando um rápido ciclo de mudanças nos setores econômicos e sociais, bem como no perfil de uso e interação dos sujeitos com diversas ferramentas digitais disponíveis na internet. Um estudo recente do Pew Research Center (2025) identificou que após o lançamento dos resumos

gerados por IA no topo das buscas do Google, os usuários passaram a encerrar suas pesquisas mais rapidamente, com redução significativa no acesso a *links* de fontes primárias de informação normalmente indicadas pelos buscadores.

O uso desses recursos suscita a necessidade de maior compreensão sobre como as informações são geradas e apresentadas, bem como sobre os possíveis efeitos de vieses produzidos por IA, especialmente diante da ampla circulação de desinformação e dos debates sobre os pretensos limites da liberdade de expressão. Nesse sentido, o contexto da vida social cada vez mais mediada por tecnologias de IA impõe novas demandas aos sujeitos e inaugura outras formas de convivência, participação e organização coletiva. Tais transformações exigem o desenvolvimento de novos conjuntos de habilidades, bem como de uma capacidade crítica ampliada para que indivíduos e instituições possam responder adequadamente a essas formas emergentes de mediação da atividade social.

As novas formas de resposta para esse fenômeno são importantes, sobretudo, no campo educacional. A efetivação desse processo depende, de fato, da capacidade de explorar criticamente as novas possibilidades que essas tecnologias oferecem ao ensino e à aprendizagem, sopesando também as limitações que tais ferramentas digitais possam atribuir ao processo pedagógico, em um pretenso movimento de constante atualização da institucionalidade escolar.

Por vezes polêmico, esse assunto é marcado por movimentos considerados contraditórios entre diretrizes de políticas públicas e ações efetivamente realizadas nas escolas (Coelho & Couto, 2019). Esse tensionamento é agora renovado pelas transformações que a IA pode eventualmente promover nos processos de ensino e aprendizagem.

Mais recentemente, observa-se um movimento significativo de regulação do uso de IA nos espaços educativos. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2024), por exemplo, editou um conjunto de diretrizes para orientar os governos centrais e as instituições educacionais na estruturação de políticas públicas para utilização ética de IA na educação e pesquisa científica. Inclusive, sugere idade mínima de 13 anos para utilização destes recursos em sala de aula. Indicações similares buscando integridade na utilização das IAs para ações de ensino e pesquisa também foram editadas no contexto brasileiro pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (2026). Apesar dos esforços de regulação e

orientações para o bom uso das IAs neste campo, ainda é objeto de relevante discussão a eficácia da Lei Federal nº 15.100/2025 que restringe o uso de aparelhos eletrônicos no ambiente escolar brasileiro (Marques *et al.*, 2026).

Assim, é preciso considerar os benefícios dessas ferramentas para o ensino, bem como potencializar o compartilhamento de boas práticas e de usos desejáveis da IA, de modo a mitigar possíveis desvantagens ao ensino e à aprendizagem decorrentes de sua utilização. Esse cenário indica que é essencial identificar, em cada contexto, os usos mais 'auspiciosos' das IAs, promovendo o desenvolvimento da competência crítica e da literacia digital para seu melhor aproveitamento, uma vez que sua presença na vida cotidiana tende a se intensificar no futuro próximo.

IA no Ensino e na Formação Docente em Química

A literatura recente revela crescente interesse a respeito da introdução de IA nos processos de ensino e aprendizagem em Química, bem como em seus efeitos na formação e atuação docente. Esses estudos, porém, indicam que programas institucionais de implantação dessas ferramentas digitais no ensino ainda se encontram em estágio inicial. Os resultados, de modo geral, apontam oportunidades derivadas da integração de IA ao ensino de Química, como possibilidade para personalização de atividades, fornecimento de feedback individualizado e estímulo à participação ativa e criativa dos estudantes, ampliando o engajamento e a interatividade no processo pedagógico (Erümit & Sarialioğlu, 2025; Iyamuremye *et al*., 2024).

Leite (2023), por exemplo, analisou as definições produzidas pelo ChatGPT sobre conceitos químicos e observou a produção de respostas relativamente coerentes, embora com a presença de limitações importantes como informações incompletas, imprecisões conceituais e trechos confusos. Complementarmente, Medeiros e Sakai (2026) discutem a capacidade de ferramentas como Gemini e ChatGPT realizarem balanceamentos de equações químicas para o Ensino Médio (EM). A taxa de erro, entre 30% e 40% nas primeiras interações, reforça a necessidade de conhecimentos básicos para avaliar criticamente os resultados fornecidos pelas IAs.

Nessa perspectiva, Clark (2023) apresenta um estudo em que o ChatGPT foi capaz de identificar os conceitos principais envolvidos em questões de exame em Química Geral, mesmo diante da alta carga simbólica presente nos enunciados. Entretanto, a IA apresentou melhor desempenho em itens mais gerais, com resultados

menos coerentes quando eram exigidas habilidades químicas específicas. Segundo o autor, a eficiência linguística do sistema pode mascarar erros conceituais e respostas desconexas, potencialmente persuasivas para estudantes iniciantes em Química.

Leite (2024) também realizou a avaliação do uso do ChatGPT na elaboração de planos de aula em ciências e identificou que, apesar de fornecer elementos estruturais básicos para a realização da tarefa, a utilização da ferramenta exige revisão profunda e atuação crítica do professor para análise dos resultados obtidos. Costa *et al*. (2024) chegaram a resultados semelhantes em estudo com planos de aula sobre conceito de eletrólise: embora bem organizados, os produtos apresentavam excessiva simplificação e potencial para reforçar equívocos conceituais. Ainda assim, a capacidade de síntese e de organização do trabalho cotidiano oferecida pela IA pode apoiar o trabalho pedagógico quando acompanhada de uma análise criteriosa e consciente por parte do professor.

Esses estudos evidenciam que, embora as IAs possam oferecer novos arranjos lógicos para conteúdos químicos e eventualmente ampliar possibilidades de aprendizagem dos sujeitos, não fornecem todos os elementos necessários à plena mediação didática. De fato, as IAs podem reduzir a sobrecarga docente, permitindo maior foco em tarefas centrais de ensino (Ali *et al*., 2024; Erümit & Sarialioğlu, 2025). Segundo Medeiros e Sakai (2026), os professores já utilizam essas ferramentas como apoio em avaliações, criação e diversificação de atividades e produção de *feedback*, como também para preparar aulas, organizar materiais e traduzir conteúdos. A atuação crítica e competente do professor na interação com as tecnologias digitais, entretanto, permanece indispensável (Santos *et al*., 2023).

Outro aspecto importante desse processo refere-se ao fato de que o modo de interação dos sujeitos com as IAs modifica significativamente as respostas elaboradas pelas ferramentas digitais. *Chatbots* exigem a formulação de comandos (*prompts*), e a qualidade dessa interação determina, entre outros aspectos, a forma, a profundidade, bem como a coerência das respostas obtidas. Assim, *prompts* específicos e detalhados não garantem respostas corretas, mas ampliam a probabilidade de maior precisão da resposta obtida (Leite, 2024).

Portanto, são necessários conhecimentos docentes específicos para compreender tecnicamente os sistemas, analisar implicações pedagógicas, integrar as ferramentas aos contextos escolares e desenvolver consciência crítica sobre seus

aspectos éticos. Mishra e Koehler (2006) descrevem esses saberes como *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) — relativo à estreita articulação entre conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo — fundamentais para o uso competente destas tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem. Isso envolve domínio técnico, reflexão ética, apropriação conceitual e definição de metodologias pedagógicas ajustadas ao contexto escolar específico.

Compreende-se que a implantação de atividades pedagogicamente estruturadas de interação mediada com IAs possibilita o aprimoramento destes saberes profissionais dos licenciandos em Química (López-Simó & Rezende Júnior, 2025). Ao possibilitar a melhoria da capacidade crítica para a análise dessas tecnologias em situações de ensino, desenvolvem-se habilidades centrais para proporcionar ações efetivas de planejamento e mediação didática com estas ferramentas pelos futuros docentes.

Nesse cenário, é importante reconhecer a importância da elaboração de *prompts* como mediadores da atividade docente. O uso criterioso desse recurso pode ampliar as estratégias de ensino à disposição dos professores e diversificar as formas de abordagem em sala de aula, desde que orientado por intencionalidade pedagógica clara. Contudo, quando desacompanhado de análise fundamentada e repertório didático, sua utilização pode gerar propostas simplificadas e demasiadamente diretivas, impossibilitando o pleno atendimento pedagógico da tarefa desejada (Moura & Carvalho, 2023).

A experiência na formação inicial de professores de Química permite observar que os licenciandos, de modo geral, utilizam ferramentas de IA para realizar atividades acadêmicas — como estudos, preparo de materiais e trabalhos avaliativos —, mas frequentemente os resultados obtidos destes sistemas não atendem às expectativas quanto à profundidade, coerência e exatidão necessárias para cada tarefa didática. No âmbito da formação profissional, essas constatações sugerem lacunas no desenvolvimento do TPACK, tanto no que se refere à compreensão de como essas ferramentas podem modificar os processos educativos, quanto na estruturação de *prompts* mais adequados aos objetivos pedagógicos inicialmente planejados (Martins *et al*., 2024).

Elaborar e estruturar materiais didáticos, em especial um ECEQ para o EM, por exemplo, não é tarefa trivial. Esta atividade exige interação complexa entre narrativa,

conteúdos científicos e contexto escolar. Além disso, demanda tempo e articulação de conhecimentos pedagógicos amplos, o que frequentemente representa barreiras à adoção dessa metodologia em sala de aula (Pinheiro & Cardoso, 2022).

O desafio, de todo modo, é representativo das significativas potencialidades dessa metodologia. Em função disso, este trabalho apresenta e discute uma experiência formativa com licenciandos em Química voltada à elaboração e análise de *prompts* para a produção de ECEQ mediada por sistemas de IA. Para isso, estruturou-se uma atividade de IP (Damiani *et al*., 2013), por meio da qual foram analisadas as interações estabelecidas pelos estudantes com as IAs e as possibilidades pedagógicas decorrentes desse processo para a formação inicial de professores de Química.

Aspectos Metodológicos

O desenvolvimento deste trabalho inspira-se em uma pesquisa do tipo IP. As ações neste tipo de pesquisa envolvem "planejamento e implementação de uma interferência e a avaliação de seus efeitos" no campo educacional (Damiani *et al.*, 2013, p. 62). O foco recai sobre uma ação teoricamente orientada que busca transformar o fenômeno em estudo, o contexto educacional e os sujeitos envolvidos. Assim, as atividades interventivas possuem interesse pedagógico por se fundamentarem epistemologicamente no campo educativo, ao mesmo tempo em que se constituem como objeto de pesquisa, na medida em que produzem dados e elementos relevantes sobre os efeitos dessas ações nas práticas organizadas. Desse modo, abre-se a possibilidade de elaboração de conhecimento por meio da prática e da reflexão sobre a prática, favorecendo o desenvolvimento acadêmico dos sujeitos (Pereira, 2019).

Em seus aspectos procedimentais, destaca-se a importância de explicitar o escopo, os procedimentos e a análise crítica dos efeitos da ação interventiva. Portanto, a análise contempla tanto os resultados alcançados junto aos participantes quanto a avaliação dos procedimentos adotados na IP, considerados em sua totalidade.

Quanto ao método, a *intervenção* foi realizada com 10 estudantes do 3º ano do curso de licenciatura em Química de uma instituição federal de ensino, contando com quatro encontros de 2 horas e 30 minutos no escopo das atividades da disciplina Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Química. A seguir, apresentam-se as etapas do desenvolvimento do trabalho.

Etapa 1: A intervenção iniciou-se com a apresentação, pelo docente, da abordagem de ECEQ, destacando seus fundamentos, modo de constituição e implicações para o ensino de Química. O objetivo foi evidenciar que essa abordagem proporciona elementos essenciais para a contextualização dos conceitos químicos e contribui para o "[...] desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores, como pensamento crítico, resolução de problemas, argumentação e comunicação" (Bernardi & Pazinato, 2022, p. 223).

Etapa 2: Cada estudante selecionou individualmente um ECEQ para discussão coletiva. A atividade consistiu na pesquisa livre e apresentação do caso, acompanhada de fluxograma do enredo, identificação dos conteúdos e habilidades mobilizadas, discussão de possíveis soluções, formas de avaliação e potencial para trabalho interdisciplinar. Ao final, os participantes produziram um relato reflexivo sobre o caso, destacando aspectos positivos, fragilidades, dificuldades de aplicação e possíveis adaptações à realidade do trabalho escolar concreto.

Etapa 3: Já como atividade de intervenção, propôs-se utilizar ferramentas de IA para auxiliar os licenciandos na criação de novos ECEQ. Inicialmente, discutiu-se o uso de IA no ensino de Química, com foco no potencial dialógico e no desenvolvimento de análise crítica, com base em estudos da literatura (Clark, 2023; Guo & Lee, 2023; Medeiros & Sakai, 2026).

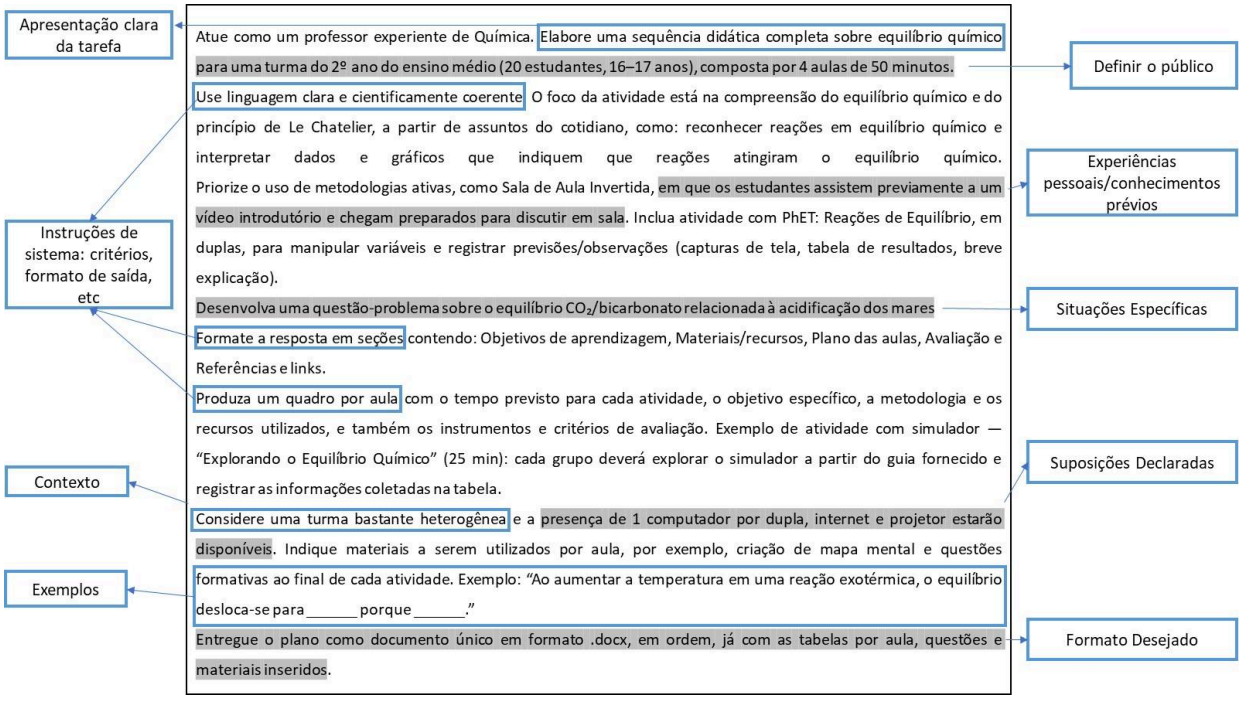
Os estudantes escolheram livremente uma ferramenta de IA para auxiliar a produção de seus ECEQ. Inicialmente, não houve indicação prévia de IA para realização da ação justamente para identificar as ferramentas mais comumente selecionadas pelos estudantes. Além disso, os estudos comparativos disponíveis na literatura recente ainda não apresentam evidências robustas para sustentar a superioridade significativa de um modelo específico de IA na mediação dos processos de ensino e aprendizagem em Química (Kharchenko & Babenko, 2024; Yacobson *et al*., 2026). Assim, os estudantes registraram os *prompts* inicialmente elaborados e as respostas obtidas pelas IAs para posterior análise. As IAs selecionadas pelos estudantes nesta etapa estão descritas na Tabela 1.

Etapa 4: Com apoio de um formulário *online* elaborado pelo docente, os estudantes analisaram os resultados produzidos pelas IAs segundo os critérios de um 'bom caso' de ensino (Sá *et al.*, 2007). O processo de interação com as IAs foi registrado

no formulário *online*, constituindo-se uma forma de registro do material para análise da intervenção.

Etapa 5: A partir dos resultados preliminares, o docente enfatizou a importância do design de *prompts* para uma boa interação com a IA, destacando elementos essenciais de um "bom *prompt*", bem como vantagens e limitações do uso dessas ferramentas no ensino (Correia & Hickey, 2025; Moura & Carvalho, 2023). A Figura 1 ilustra um exemplo de *prompt* elaborado e utilizado nesta etapa da intervenção.

Figura 1
Representação do comando utilizado segundo os critérios de Design de Prompt



Em seguida, os licenciandos elaboraram novos *prompts* com base nos critérios de qualidade para a construção de comandos propostos por Correia e Hickey (2025), orientando a IA na produção de ECEQ adequados aos objetivos pedagógicos estabelecidos.

Os materiais produzidos pelos licenciandos ao longo da atividade interventiva constituem o *corpus* de análise desta pesquisa, não configurando os participantes como objetos de investigação em nenhuma etapa metodológica. Reforça-se que os *prompts*, os ECEQ produzidos e reformulados pelos estudantes, bem como as notas de aula

registradas ao longo das atividades configuram os principais materiais analisados na presente IP[1].

As análises desses materiais concentraram-se em: i) compreender os modos de interação dos licenciandos com as IAs, considerando sua apropriação pedagógica; ii) avaliar a capacidade de mediação do ensino proporcionada pelas ferramentas, incluindo a adequação das propostas às atividades educativas, bem como potencialidades e limitações dos casos produzidos; e iii) examinar aspectos relativos ao conteúdo químico, como profundidade da proposta, coerência conceitual e precisão das informações.

Essas análises são discutidas à luz da literatura recente sobre o uso de IA na mediação de processos formativos no ensino e na formação docente em Química (Leite, 2024) e sobre a construção do conhecimento profissional docente a partir do referencial TPACK (Mishra & Koehler, 2006).

Resultados e discussão

A primeira ação dos estudantes na Etapa 2 da IP foi pesquisar, selecionar e apresentar um ECEQ, buscando identificar seu modo de organização e perceber sua função pedagógica no ensino de Química. Para isso, os estudantes recorreram a buscadores da internet para identificar os materiais de trabalho, comportamento já relatado em outros estudos da literatura que apontam a ampla utilização de pesquisas simples na internet por professores de Ciências para seleção de recursos didáticos. A preferência por buscadores em detrimento de plataformas educacionais especializadas ou de materiais institucionais validados pode indicar lacunas nos conhecimentos pedagógicos dos licenciandos, constituindo aspecto relevante a ser trabalhado ainda na formação inicial docente (Cavassani *et al*., 2025).

Mediados pelos algoritmos dos mecanismos de busca, os estudantes obtiveram como principal resultado o livro Estudos de caso: abordagem para o ensino de Química, organizado por Queiroz e Sotério (2023). Esse material tornou-se a referência inicial para a compreensão da metodologia de estudo de caso e exemplificação de propostas para o ensino de Química nos primeiros momentos da IP. Essa interação

[1] A análise dos resultados envolveu apenas materiais produzidos por participantes maiores de 18 anos, sem identificação dos sujeitos ou uso de dados sensíveis no contexto de atividade didática. Considerando a anonimização e o baixo risco associado à produção original dos dados, entende-se que a pesquisa se enquadra nos critérios de dispensa de apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa (Resolução CNS n.º 510/2016).

evidencia, assim, como a seleção de determinados artefatos pedagógicos modela as propostas de ação e as percepções dos sujeitos na mediação com as diferentes ferramentas culturais. A escolha de um material consolidado na área, com propostas revisadas e análises pedagógicas em cada capítulo, promoveu suporte para a compreensão inicial da metodologia pelos licenciandos, permitindo que identificassem seus atributos principais e potencialidades para uso em sala de aula. Ações dessa natureza possibilitam a ampliação e o desenvolvimento de conhecimentos pedagógicos dos licenciandos ao proporcionar contato com novas abordagens metodológicas para o ensino de Química (Cavassani *et al*., 2024).

Após a apresentação e discussão dos ECEQ selecionados, os licenciandos passaram a interagir com sistemas de IA em duplas para produzir propostas de casos (Etapa 3). Os *prompts* utilizados, bem como os sistemas de IA empregados, estão sistematizados na Tabela 1.

Tabela 1
Exemplos de prompts gerados inicialmente pelos licenciandos na atividade interventiva

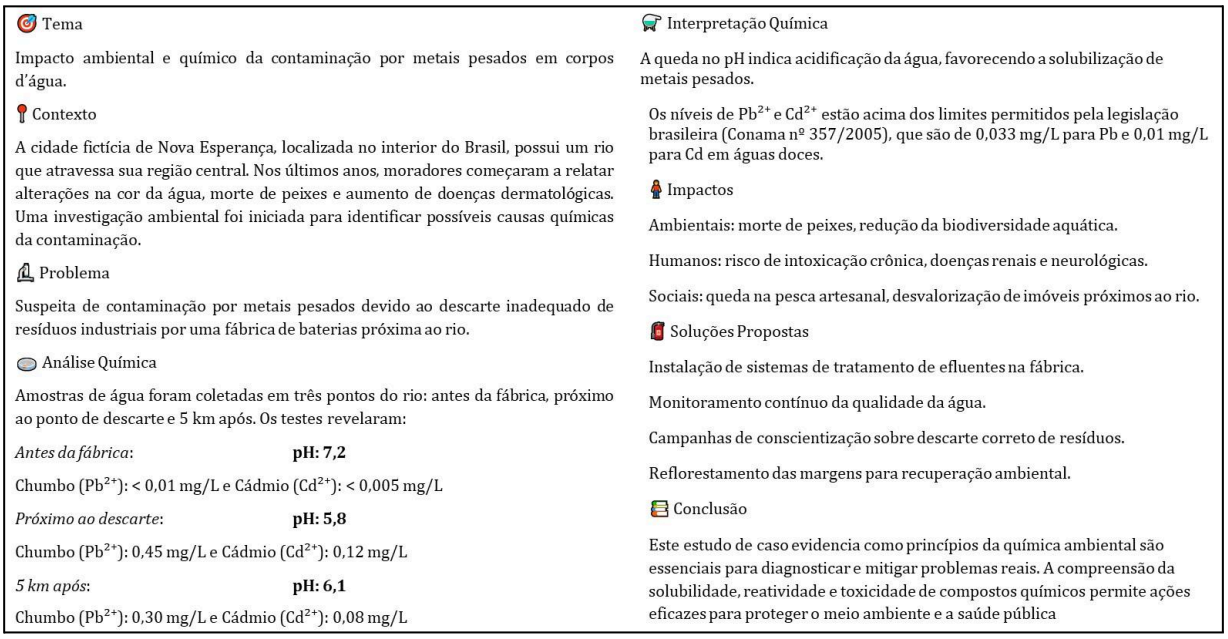
Estudantes	*Prompt* inicial	IA utilizada
Estudante 1	Você poderia criar um estudo de caso dentro da área de ciências da natureza, com o conteúdo de química orgânica para uma turma do terceiro ano do EM. O estudo de caso deve relacionar o conteúdo com o cotidiano do aluno.	ChatGPT
Estudantes 2 e 3	crie um estudo de casa no ensino de ciência	Bing
Estudantes 4 e 5	oi Chat Cria para mim, um estudo de caso químico a ser desenvolvido no 3° ano do EM, crie algo bem dinâmico e que tenha algo em comum com o dia a dia dos adolescentes	ChatGPT 4.0
Estudantes 6 e 7	crie um estudo de caso de química	Copilot

A análise da Tabela 1 indica que os *prompts* inicialmente produzidos pelos licenciandos foram excessivamente concisos, pouco diretivos e carentes de informações básicas para a construção de um ECEQ. Observa-se, na maior parte das interações com as IAs, a ausência de um contexto mais bem elaborado, bem como de indicação clara do formato da atividade desejada e da definição do conteúdo específico a ser trabalhado

em sala de aula. Segundo Kim *et al*. (2025), essa baixa literacia em IA é responsável por formulações de *prompts* genéricos, fator explicativo para a geração de respostas muitas vezes pouco produtivas na experiência dos usuários.

A Figura 2 apresenta o resultado da interação produzida pelos *Estudantes 6 e 7*. A elaboração de *prompts* pouco específicos resultou em uma resposta com elementos insuficientemente focalizados para a produção de um 'bom caso'.

Figura 2
Prompt inicial elaborado pelos estudantes e parte da resposta do ChatGPT na produção de ECEQ



🎯 Tema

Impacto ambiental e químico da contaminação por metais pesados em corpos d'água.

📍 Contexto

A cidade fictícia de Nova Esperança, localizada no interior do Brasil, possui um rio que atravessa sua região central. Nos últimos anos, moradores começaram a relatar alterações na cor da água, morte de peixes e aumento de doenças dermatológicas. Uma investigação ambiental foi iniciada para identificar possíveis causas químicas da contaminação.

🏭 Problema

Suspeita de contaminação por metais pesados devido ao descarte inadequado de resíduos industriais por uma fábrica de baterias próxima ao rio.

🧪 Análise Química

Amostras de água foram coletadas em três pontos do rio: antes da fábrica, próximo ao ponto de descarte e 5 km após. Os testes revelaram:

Antes da fábrica: **pH: 7,2**

Chumbo (Pb^{2+}): < 0,01 mg/L e Cádmio (Cd^{2+}): < 0,005 mg/L

Próximo ao descarte: **pH: 5,8**

Chumbo (Pb^{2+}): 0,45 mg/L e Cádmio (Cd^{2+}): 0,12 mg/L

5 km após: **pH: 6,1**

Chumbo (Pb^{2+}): 0,30 mg/L e Cádmio (Cd^{2+}): 0,08 mg/L

⚗️ Interpretação Química

A queda no pH indica acidificação da água, favorecendo a solubilização de metais pesados.

Os níveis de Pb^{2+} e Cd^{2+} estão acima dos limites permitidos pela legislação brasileira (Conama nº 357/2005), que são de 0,033 mg/L para Pb e 0,01 mg/L para Cd em águas doces.

🧍 Impactos

Ambientais: morte de peixes, redução da biodiversidade aquática.

Humanos: risco de intoxicação crônica, doenças renais e neurológicas.

Sociais: queda na pesca artesanal, desvalorização de imóveis próximos ao rio.

🧯 Soluções Propostas

Instalação de sistemas de tratamento de efluentes na fábrica.

Monitoramento contínuo da qualidade da água.

Campanhas de conscientização sobre descarte correto de resíduos.

Reflorestamento das margens para recuperação ambiental.

📚 Conclusão

Este estudo de caso evidencia como princípios da química ambiental são essenciais para diagnosticar e mitigar problemas reais. A compreensão da solubilidade, reatividade e toxicidade de compostos químicos permite ações eficazes para proteger o meio ambiente e a saúde pública

Embora a IA tenha detalhado aspectos de interpretação química e possíveis impactos ambientais e soluções para o problema proposto, a resposta não apresenta os elementos narrativos essenciais para a estruturação de um caso adequado ao ensino (Sá *et al*., 2007).

A interação da *Estudante 1* com o ChatGPT, apresentada na Figura 3, evidencia outro aspecto relevante dos modos de mediação proporcionados pela ferramenta digital. A estudante solicita a construção de um ECEQ envolvendo conteúdos de Química Orgânica. Em resposta, a IA sugere um enredo centrado na escolha do combustível que o personagem deveria utilizar em seu veículo. A licencianda intervém, argumentando que os estudantes da faixa etária-alvo não são habilitados a conduzir veículo automotor, solicitando a modificação da narrativa principal do caso.

Figura 3

Transcrição da interação da Estudante 1 sobre o resultado obtido com o ChatGPT

ChatGPT: João, estudante do 3º ano, acabou de conseguir um estágio e precisa usar o carro da família diariamente. Ao chegar ao posto, percebe que: A gasolina está custando R$ 6,20/L; O etanol está R$ 4,30/L. Seu pai sempre disse que "etanol gasta mais rápido", mas João ouviu de colegas que o etanol é mais sustentável. Ele decide investigar qual combustível é mais vantajoso considerando questões químicas, econômicas e ambientais.

Estudante 1 poderia mudar um pouco a história, devido o aluno não ter habilitação

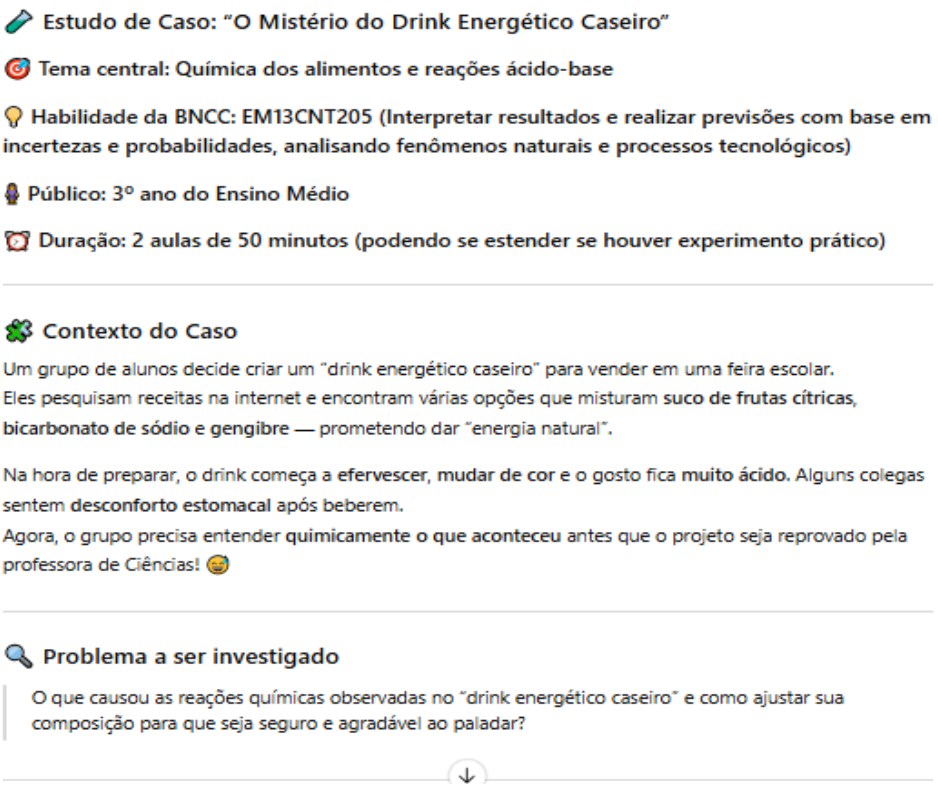
CHATGPT: *Contexto*: Na escola de ensino médio "Monte Verde", os alunos do 3º ano estão participando de uma feira de ciências cujo tema é "Química e Sustentabilidade no Cotidiano". O grupo de Ana decidiu investigar algo muito comum no dia a dia das famílias: o combustível usado nos carros. Durante uma conversa em casa, Ana ouviu o pai comentar que o etanol está mais barato, mas o tio retrucou dizendo que "etanol gasta mais rápido" e que "gasolina rende mais". Curiosa, Ana resolveu transformar essa dúvida em um projeto científico, relacionando o tema com o que está aprendendo em Química Orgânica.

Situação-problema: Ana quer descobrir i) Qual combustível — etanol ou gasolina — é mais vantajoso para o meio ambiente e para o bolso do consumidor? ii) E o que as reações químicas envolvidas têm a ver com isso? Para isso, ela e seu grupo decidiram estudar as substâncias químicas que compõem cada combustível e comparar seu poder energético e seus impactos ambientais

Reconhecer o contexto adequado para o uso de determinados recursos tecnológicos, assim como analisar criticamente as propostas produzidas com percepção ética sobre o uso dessas ferramentas, são dimensões importantes do desenvolvimento do TPACK pelos licenciandos. A seleção, adaptação e recontextualização de materiais para uso em sala de aula — buscando o melhor ajuste pedagógico — exigem leitura da realidade escolar, análise crítica e tomada de decisão consciente. Essas habilidades, essenciais ao professor contemporâneo, assumem novos contornos quando mediadas por tecnologias que geram arranjos distintos daqueles usualmente presentes em livros didáticos, mobilizando diferentes dimensões do TPACK.

A análise dos ECEQ construídos na interação com as diferentes IAs mostra, contudo, que as propostas não poderiam ser aproveitadas pedagogicamente sem modificações estruturais relevantes ou sem novos ciclos de interações para ajustes consideráveis. A Figura 4 ilustra parte desse processo.

Figura 4
Exemplo representativo de resposta dos sistemas de IA a partir da interação inicial dos licenciandos



Elementos narrativos próprios da proposta de ECEQ (Sá *et al*., 2007) não foram incluídos nos textos gerados pela IA. Também foram observadas simplificações significativas do conteúdo. Os limites de Pb e Cd indicados pelo ChatGPT na Figura 2, por exemplo, não foram associados à classificação legal de corpos d'água, o que compromete a compreensão global da problemática socioambiental apresentada.

Houve ainda importante fragmentação das habilidades curriculares mobilizadas no caso elaborado. Neste exemplo, a IA cita habilidades curriculares sem contextualizá-las às competências específicas às quais deveriam estar associadas. Para a habilidade EM13CNT205 do currículo paulista, por exemplo, está associado o objeto de conhecimento 'rapidez das transformações químicas – variáveis que influenciam nas reações químicas', destinado ao 1º ano do EM (Secretaria da Educação de São Paulo, 2020). Tais resultados convergem com pesquisas que analisam a interação de licenciandos com sistemas de IA e evidenciam a importância da análise crítica das propostas geradas para uso em sala de aula (Leite, 2024).

As respostas obtidas na interação inicial dos licenciandos com as IAs, em síntese, revelaram-se pouco adaptadas aos objetivos e aos contextos pedagógicos do ensino de Química, especialmente no que se refere à sua adequação ao EM. As propostas de ECEQ geradas apresentaram simplificação excessiva de conteúdos científicos, fragmentação das habilidades e pouca articulação com os objetivos pedagógicos, além de pouca consonância com a organização curricular esperada para essa etapa da escolarização. Desse modo, sua utilização sem a intervenção crítica do docente pode gerar resultados insatisfatórios em relação à mediação dos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que apresentam conteúdos conceituais inadequados ou encaminhamentos pedagógicos pouco elaborados aos estudantes do EM.

Já na Etapa 4, a análise dos critérios para definição de um bom caso também foi mediada pelos sistemas de IA. Os Estudantes 1 e 3, por exemplo, utilizaram as mesmas abas de interação para discutir com o Copilot se o resultado obtido atendia aos requisitos de qualidade de um bom ECEQ[2].

Para isso, transcreveram literalmente as rubricas trabalhadas em aula e solicitaram que a IA avaliasse o texto produzido. Novamente, os *prompts* formulados foram pouco elucidativos quanto à tarefa a ser realizada e a ausência de contexto ou de referência clara para a execução da atividade tornou-se uma barreira importante para a produção de respostas úteis. A ação de simplesmente colar comandos prontos, sem ajustes ou adaptações às necessidades da tarefa, é identificada por Tassoti (2024) como um problema recorrente no uso de IAs por estudantes, apontando a necessidade de aprofundar a literacia digital na formação inicial de professores. Reconhecer como essas tecnologias agem na mediação de atividades pedagógicas, compreender sua interdependência com os *prompts* gerados e dominar os requisitos técnicos envolvidos constituem parte essencial do TPACK a ser apropriado pelos licenciandos.

A avaliação dos licenciandos sobre a produção dos casos pelas IAs demonstra, por um lado, uma tendência de concordância adstrita com os resultados preliminares gerados pelos sistemas de inteligência artificial, sugerindo que as ferramentas teriam produzido um ‘bom caso’ para uso em sala de aula. Por outro lado, essas avaliações vêm acompanhadas de ressalvas, como a necessidade de análise crítica e intervenção

[2] Em Anexo, a Figura A1 traz um exemplo representativo de *prompt* com critérios de qualidade para produção de ECEQ.

docente para garantir um resultado mais adequado ao contexto escolar, conforme as passagens a seguir:

> *Estudante 1* - A aplicação é bem viável no contexto didático pedagógico, a dificuldade pode surgir [...] de aplicação da química orgânica teórica, mas o trabalho em grupo (aprendizagem aos pares), pode potencializar a aprendizagem.
>
> Estudante 7- O caso produzido foi um bom caso, entretanto, houve alguns erros de interpretação e uma linguagem genérica por parte da IA. Cabe ao professor uma análise criteriosa do conteúdo para ser aplicado em sala de aula. É necessário profundidade da história e atualidade para que os alunos fiquem mais instigados à aprendizagem científica. A IA sempre apresenta a mesma estrutura de história.

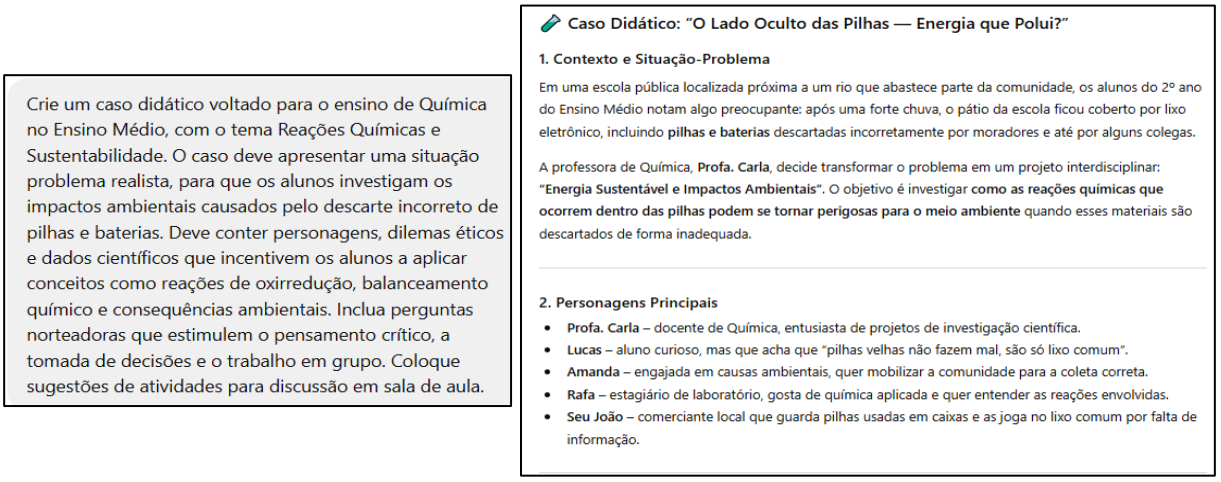
As afirmativas dos estudantes atribuem às IAs a capacidade de elaborar "bons casos" conforme os critérios discutidos ao longo da atividade interventiva, ainda que em contraste com as evidências levantadas. Esse resultado sugere que os licenciandos depositam confiança excessiva nos produtos gerados pela IA, validando respostas mesmo diante de contradições aparentes ou de situações que exigiriam revisão cuidadosa das elaborações propostas (Afroogh *et al*., 2024). Segundo Zhai *et al*. (2024), essa tendência está relacionada à preferência dos usuários por atalhos cognitivos oferecidos pelos sistemas digitais, mesmo quando envolvem implicações éticas relevantes, afetando a análise contextual e a tomada de decisão (Vicente & Matute, 2023).

Ao mesmo tempo, observa-se a mobilização de narrativas que enfatizam a necessidade de senso crítico e de avaliação permanente por parte dos professores no uso da IA em atividades de ensino. Esses discursos, amplamente circulados em esferas institucionais, educacionais e sociais, são apropriados pelos licenciandos como instrumentos mediacionais que moldam sua percepção e orientam suas ações em direção a formas legitimadas de uso no espaço social (Wertsch, 1991). Como apontam Abel *et al*. (2022), a percepção docente sobre o uso potencial das tecnologias é fortemente influenciada por tais discursos institucionais e culturais, condicionando as possibilidades de ação. Contudo, ainda que essas narrativas estejam presentes no repertório dos licenciandos, elas não se traduzem necessariamente em capacidade efetiva de avaliação crítica das ferramentas de IA no contexto pedagógico, nem em problematizações mais aprofundadas sobre suas implicações no ensino.

Já a etapa final da IP (Etapa 5) dedicou-se à reelaboração crítica dos *prompts* inicialmente utilizados ao longo da proposta didática. A Figura 5 apresenta o *prompt* reelaborado pela *Estudante 3* para a criação de um ECEQ na plataforma ChatGPT.

É possível observar uma nova dinâmica na produção do *prompt* pelo estudante. Nota-se a inserção de informações contextuais mais claras, orientando a ação da IA, bem como maior detalhamento dos critérios esperados para o produto final.

Figura 5
Exemplo de prompt reelaborado pelos estudantes após a atividade interventiva



Os estudantes incluíram elementos básicos que compõem um 'bom' ECEQ, como a presença de personagens, dilemas éticos e um problema tangível à realidade dos alunos — aspectos que indicam domínio progressivo do uso da ferramenta digital e reconhecimento dos componentes pedagógicos do ECEQ.

Entretanto, não houve aprofundamento suficiente nos requisitos estruturais de um ECEQ, fundamentais para o pleno estabelecimento das informações básicas necessárias à execução da tarefa pela IA. A ausência de um modelo de referência para subsidiar a produção de um novo caso, por exemplo, pode representar uma dificuldade adicional para a atuação da IA selecionada. Como consequência, a resposta produzida não configura um ECEQ nos moldes desejados pelos estudantes. A situação-problema gerada exige intervenções significativas para ser eventualmente utilizada pedagogicamente no ensino de Química.

Assim, à medida que o usuário passa a inserir exemplos pré-determinados, modelos de tarefa, contextos detalhados e instruções mais explícitas, torna-se possível aprimorar as potencialidades dessas ferramentas para personalizar atividades, ancorar novas ideias para o trabalho docente e diversificar abordagens pedagógicas, exercícios

e outros materiais didáticos. A análise crítica docente na condução da atividade e na adequação dos produtos gerados pela IA, entretanto, continua sendo fator determinante para o sucesso da integração dessas tecnologias ao ensino de Química (Leite, 2023).

Por fim, como *análise* da IP, destaca-se que a abordagem proposta apresentou resultados positivos no processo de sensibilização para a importância do *design* de *prompts* no uso de IA no ensino de Química. As discussões realizadas e a análise conjunta dos resultados favoreceram momentos de reflexão sobre as TDIC e sobre o modo como essas tecnologias modificam as atividades de ensino, aspecto essencial para a consolidação do TPACK como base de preparação e atuação dos futuros professores.

Os licenciandos puderam interagir de maneira orientada com as IAs, configurando um momento ímpar para análise e avaliação criteriosa dos resultados obtidos para uso no ensino de Química — situação que demanda tempo curricular, recursos tecnológicos disponíveis, acompanhamento docente e engajamento estudantil, condições nem sempre disponíveis em muitos cursos de formação inicial docente. Esses fatores podem representar limitações importantes para a apropriação pedagógica das IAs nos cursos de licenciatura e exigem reflexão aprofundada para a estruturação dos currículos de formação de professores de Ciências em geral e de Química em particular.

Conclusão

Neste trabalho, é apresentada e discutida uma atividade interventiva com foco no design de *prompts* para a produção de estudos de caso no ensino de Química, desenvolvida com licenciandos de uma instituição federal de ensino. Observou-se inicialmente que os estudantes possuem baixo domínio dos aspectos relacionados ao design de *prompts* necessários para uma interação mais efetiva com ferramentas de inteligência artificial, de modo que os resultados gerados pouco contribuem para os objetivos pedagógicos pretendidos.

Evidencia-se também que, além da necessidade de aprimoramento em habilidades digitais para compreender e integrar essas tecnologias às práticas de ensino, persistem lacunas no conhecimento pedagógico dos licenciandos, especialmente no que se refere às metodologias próprias do ensino de Química. Outro

aspecto importante refere-se ao repertório linguístico e ao domínio conceitual de termos próprios do conhecimento químico. A ausência de termos específicos utilizados de modo integrado e constitutivo do pensamento e das frases elaboradas aponta para uma lacuna de letramento científico, para além do letramento digital. Tais lacunas configuram obstáculos importantes para a apropriação crítica e consciente dessas ferramentas digitais.

Dessa forma, a atividade interventiva mostrou-se pertinente para introduzir a necessidade de avaliação crítica das IAs para utilização no ensino de Química, bem como dos requisitos para o *design* de *prompts* mais eficazes. Contudo, as ações realizadas e, sobretudo, o diálogo com a literatura da área indicam que os cursos de licenciatura ainda oferecem poucos espaços curriculares destinados à aprendizagem *sobre* e *com* essas tecnologias. Essa lacuna limita a apropriação pedagógica de ferramentas digitais emergentes, como as IAs, e evidencia a necessidade urgente de revisão dos currículos de formação de professores de Química.

Referências

Abel, V. R., Tondeur, J., & Sang, G. (2022). Teacher perceptions about ICT integration into classroom instruction. *Education Sciences*, 12(9), 609, 1-14. https://doi.org/10.3390/educsci12090609

Afroogh, S., Akbari, A., Malone, E., Kargar, M., & Alambeigi, H. (2024). Trust in AI: progress, challenges, and future directions. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1568, 1-30. https://doi.org/10.1057/s41599-024-04044-8

Ali, D., Fatemi, Y., Boskabadi, E., Nikfar, M., Ugwuoke, J., & Ali, H. (2024). ChatGPT in teaching and learning: a systematic review. *Education Sciences*, 14(6), 1-18. https://doi.org/10.3390/educsci14060643

Bernardi, F. M., & Pazinato, M. S. (2022). O estudo de caso no ensino de Química: um panorama das pesquisas na área. *Revista Insignare Scientia*, 5(2), 221-236. https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n2.12999

Cavassani, T. B., Andrade, J. J., & Marques, R. N. (2024). Integração das TDIC na formação de professores: aproximações entre o modelo TPACK e a abordagem sociocultural. *Educação em Revista*, 40, e41245. http://dx.doi.org/10.1590/0102-469841245

Cavassani, T. B., Andrade, J. J., & Marques, R. N. (2025). Um novo olhar para a tela: a construção do conhecimento profissional (TPACK) de professores de Química a partir da análise de vídeo como recurso pedagógico digital. *Revista Virtual de Química*, 17(1), 82-92. https://doi.org/10.21577/1984-6835.20250008

Clark, T. M. (2023). Investigating the use of an artificial intelligence chatbot with General Chemistry exam questions. *Journal of Chemical Education*, 100(5), 1905–1916. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00027

Coelho, L. A., & Couto, M. E. S. (2019). Inserção de tecnologias nas escolas públicas: o "modelo" utilizado pelo Estado e suas contradições. *e-Com*, 12(2), 29–50.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. (2026). *Portaria nº 2.664, de 2026. Dispõe sobre diretrizes de integridade científica e uso de tecnologias digitais na pesquisa*. Brasília, DF: CNPq. Disponível em http://memoria2.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/23142775.

Correia, A.-P., & Hickey, S. (2025). *A relevância do design de prompts na interação com inteligência artificial generativa*. *Revista Docência e Cibercultura*. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/announcement/view/1962.

Costa, G. G., Nascimento Júnior, W. J. D., Mombelli, M. N., & Girotto Júnior, G. (2024). Revisiting a teaching sequence on the topic of electrolysis: a comparative study with the use of artificial intelligence. *Journal of Chemical Education*, 101(8), 3255-3263. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00247

Damasceno, F. A., Araujo, L. X., & Mori, R. C. (2023). Estudo de caso: O bebê azul. In S. L. Queiroz & C. Sotério (Orgs.), *Estudos de caso: abordagem para o ensino de química* (pp. 88–101). Diagrama Editorial

Damiani, M. F., Rochefort, R. S., Castro, R. F., Dariz, M. R., & Pinheiro, S. S. (2013). Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cadernos de Educação*, (45), 57-67. https://doi.org/10.15210/caduc.v0i45.3822

Erümit, A. K., & Sarialioğlu, R. Ö. (2025). Artificial intelligence in Science and Chemistry Education: a systematic review. *Discover Education*, 4(1), 178, 1-28. https://doi.org/10.1007/s44217-025-00622-3

Guo, Y., & Lee, D. (2023). Leveraging ChatGPT for enhancing critical thinking skills. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4876–4883. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00505

Iyamuremye, A., Niyonzima, F. M., Mukiza, J., Twagilimana, I., Nyirahabimana, P., Nsengimana, T., Habiyaremye, J. D., Habimana, O., & Nsabayezu, E. (2024). Utilization of artificial intelligence and machine learning in Chemistry Education: a critical review. *Discover Education*, 3(1). https://doi.org/10.1007/s44217-024-00197-5

Kharchenko, Y. V., & Babenko, O. M. (2024). Advantages and limitations of large language models in chemistry education: A comparative analysis of ChatGPT, Gemini and Copilot. *Proceedings for Computer Science Workshops*. (3781), p. 42-59.

Kim, J., Yu, S., Lee, S. S., & Detrick, R. (2025). Students' prompt patterns and its effects in AI-assisted academic writing: Focusing on students' level of AI literacy. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-18. https://doi.org/10.1080/15391523.2025.2456043

Leite, B. S. (2023). Inteligência artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do ChatGPT na definição de conceitos químicos. *Química Nova*, 46(9), 915-923. https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230059

Leite, B. S. (2024). Análise da inteligência artificial ChatGPT na proposição de planos de aulas para o ensino da Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 473-497.

López-Simó, V., & Rezende Junior, M. F. (2025). Análisis de los diálogos con ChatGPT del profesorado en formación durante el diseño de actividades didácticas de Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 30(2), 350-373. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci/2025v30n2p350

Marques, C. S.; Wanderer, F., & Silva, L. N. B. (2026). Impactos da Lei 15.100/2025 na rotina escolar: uma leitura sobre as percepções docentes. *Revista Educar Mais*, (10), 1-13. https://doi.org/10.15536/reducarmais.10.2026.4376

Martins, R. H., Viana, H. B., Barbosa, R., & Tavares, C. Z. (2024). O uso da Inteligência Artificial na educação: análise e percepção de professores. *Revista Intersaberes*, 19, e24do3002. https://doi.org/10.22169/revint.v19.e24do3002

Medeiros, M. A., & Sakai, C. N. (2026). O uso de IA no balanceamento de equações Químicas: um relato de experiência. *Química Nova na Escola*, 48(1), 40-49. http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160462

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Moura, A., & Carvalho, A. A. (2023). Literacia de *prompts* para potenciar o uso da inteligência artificial na educação. *RE@D*: Revista de Educação a Distância e Elearning, 6(2), e202308. https://doi.org/10.34627/redvol6iss2e202308

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. (2024). *Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa*. Paris: UNESCO. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390241.

Pereira, A. (2019). *Pesquisa de intervenção em educação*. Editora da Universidade do Estado da Bahia.

Pew Research Center. (2025). *What Web Browsing Data Tells Us About How AI Appears Online*. https://www.pewresearch.org/.

Pinheiro, A. R., & Cardoso, S. P. (2022). Perspectiva de professores sobre metodologias ativas: demandas para o uso do método do caso no ensino de Química. *Research, Society and Development*, 11(12), e123111234256. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34256

Queiroz, S. L., & Sotério, C. (Orgs.). (2023). *Estudos de caso: Abordagem para o ensino de química* [Recurso eletrônico]. Diagrama Editorial. https://repositorio.usp.br/directbitstream/2ab8aca4-aa3c-4b31-8d2c-92afeafb6f2b/P20371.pdf

Sá, L. P., Francisco, C. A., & Queiroz, S. L. (2007). Estudos de caso em Química. *Química Nova*, 30(3), 731–739. https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000300039

Santos, C. M., Silva, L. A. N., Barboza, T. B., & Gibin, G. B. (2023). O processo de transposição didática pelo ChatGPT acerca dos modelos atômicos: inteligência artificial como professor do ensino médio. *Anais do XII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química*, Sertãozinho, SP.

Secretaria da Educação de São Paulo. (2020). *Currículo Paulista: etapa ensino médio*. Recuperado de: https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2023/02/CURR%C3%8DCULO-PAULISTA-etapa-Ensino-M%C3%A9dio_ISBN.pdf

Tassoti, S. (2024). Assessment of students use of generative artificial intelligence: prompting strategies and prompt Engineering in Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2475–2482. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00212

Vicente, L., & Matute, H. (2023). Humans inherit artificial intelligence biases. *Scientific Reports*, 13(1), 15737, 1-13. https://doi.org/10.1038/s41598-023-42384-8

Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Harvard University Press.

Yacobson, E., Schleifer, Y., Bar-Dov, Z.; Rap, S.; Blonder, R.; & Alexandron, G. (2026). Benchmarking AI on Standard Chemistry Exams: LLMs Still Underperform Compared to High School Students. *Journal of Science Education and Technology, p. 1-18.* https://doi.org/10.1007/s10956-026-10310-y

Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: a systematic review. *Smart Learning Environments*, 11(1), 28, 1-37. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7

Submetido em: 26/01/2026 **Aceito em:** 28/07/2026 **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.

Anexos

Figura A1

Exemplo de Prompt para produção de ECEQ

Atue como especialista em ensino de Química e produza um estudo de caso original e completo para a 2ª série do Ensino Médio, mobilizando as habilidades EM13CNT101 e EM13CNT102.
A turma tem 30 estudantes com diferentes níveis de conhecimento científico. Valorizo nesta turma a argumentação científica e o trabalho em grupo.
O tema é termoquímica, conservação de energia, propriedades dos materiais e condução de calor.
Crie uma narrativa curta, plausível e contextualizada sobre como avaliar e decidir a melhor forma e os melhores materiais para manter o almoço dos estudantes aquecido na escola.
Inclua personagens nomeados, ao menos um diálogo, conflito sociocientífico e mais de uma possibilidade de resposta para os estudantes.
Considere que a escola possui laboratório básico e materiais de baixo custo para uso didático.
Utilize o modelo em anexo[1] para orientar a estrutura da narrativa e entregue:
título do caso, narrativa, pergunta decisória, questões para discussão, possíveis resoluções articuladas aos conceitos químicos e uma rubrica de correção. Use tom acadêmico, mas acessível e contextualizado. Trabalhe com situações cotidianas reais, atenção à linguagem, à ética e à segurança
Antes de finalizar, verifique se o texto é realmente um estudo de caso e se atende aos critérios de um bom caso.

Nota: Utilizou-se como exemplo de caso "O bebê azul", de Damasceno *et al.*, (2023).

Figura A2

Identificação dos critérios de um prompt de qualidade, conforme Correia e Hickey (2025)

Critério	*Trecho do prompt elaborado*
Defina o seu público	"(...) para a 2ª série do Ensino Médio (...) A turma tem 30 estudantes (...)"
Apresentação clara da tarefa	(...)produza um estudo de caso original e completo (...)
Contexto	(...) com diferentes níveis de conhecimento científico
Experiência pessoal	"Valorizo nesta turma a argumentação científica e o trabalho em grupo."
Inclua situações específicas	"... para manter o almoço dos estudantes aquecido na escola."
Suposições Declaradas	"Considere que a escola possui laboratório básico e materiais de baixo custo para uso didático"
Instrução de sistema	"Use tom acadêmico, mas acessível... (...)entregue: título, narrativa, pergunta decisória, questões para discussão."
Exemplo	Utilize o modelo em anexo para orientar a estrutura da narrativa (...)