

Engenharia de *prompt* na formação docente: implicações de uma intervenção pedagógica para integrar IA e TPACK na licenciatura

Mayara de Carvalho Santos¹ 

Murilo Nícolas Mombelli² 

Wilton José Diolindo do Nascimento Júnior³ 

Gildo Giroto Júnior⁴ 

Resumo

O presente estudo teve como objetivo analisar a trajetória de desenvolvimento da competência em engenharia de *prompt* em licenciandos, investigando como uma intervenção pedagógica influencia a transição de um uso intuitivo para uma aplicação estruturada da Inteligência Artificial (IA) em tarefas de planejamento de ensino. A pesquisa, fundamentada no modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), adotou uma abordagem qualitativa de estudo de caso, acompanhando nove licenciandos ao longo de três fases: uso livre, reelaboração e aplicação. Os resultados sugerem que, após a intervenção, os licenciandos transitaram de *prompts* simples, focados em instrução e contexto, para um modelo misto. Contudo, a análise ao longo do processo identificou um gargalo persistente na formulação do dado de entrada: o componente do *prompt* que detalha o conteúdo a ser processado, indicando que a dificuldade em dialogar com a IA está ligada à complexidade de articular o próprio pensamento pedagógico. Algumas considerações destacadas sinalizam no sentido de que a formação de professores para o uso da IA deve ir além do treinamento técnico, incorporando a engenharia de *prompt* como uma ferramenta de estruturação do raciocínio docente que exige a mobilização e a externalização dos saberes profissionais.

Palavras-chave: formação de professores; inteligência artificial; tecnologia educacional.

Prompt engineering in teacher education: implications of a pedagogical intervention to integrate AI and TPACK in pre-service teacher training

Abstract

This study aimed to analyze the development trajectory of prompt engineering competency in pre-service teachers, investigating how a pedagogical intervention influences the transition from intuitive use to a structured application of Artificial Intelligence (AI) in planning teaching tasks. The research, grounded in the TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) framework, adopted a qualitative case study approach, following nine pre-service teachers through three phases (unrestricted use, revision, and application). The results suggest that, after the intervention, pre-service teachers shifted from simple prompts, focused on instruction and context, to a mixed model. However, the analysis identified a persistent bottleneck in the formulation of the input data—the prompt component

¹ Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1204-0184>. E-mail: decarvalho.mayara@gmail.com

² Graduando em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4047-297X>. E-mail: murilonmombelli@gmail.com

³ Doutorando em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9964-4572>. E-mail: wiltonjdn@gmail.com

⁴ Doutor em Ensino de Química pela Universidade de São Paulo (USP). Professor Livre Docente na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, São Paulo, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9933-100X>. E-mail: ggirotto@unicamp.br

that details the content to be processed—indicating that the difficulty in dialoguing with AI is linked to the complexity of articulating pedagogical thinking itself. It is concluded that teacher education for AI use must go beyond technical training, incorporating prompt engineering as a tool for structuring teachers' reasoning, which requires the mobilization and externalization of professional knowledge.

Keywords: teacher education; artificial intelligence; educational technology.

Ingeniería de prompts en la formación docente: implicaciones de una intervención pedagógica para integrar IA y TPACK en la formación inicial del profesorado

Resumen

El presente estudio analizó la trayectoria de desarrollo en ingeniería de prompts en estudiantes de profesorado, investigando cómo una intervención pedagógica promueve la transición de un uso intuitivo a una aplicación estructurada de la Inteligencia Artificial (IA) en la planificación de la enseñanza. La investigación, un estudio de caso cualitativo fundamentado en el modelo TPACK (Conocimiento Técnico-Pedagógico del Contenido), acompañó a nueve licenciandos durante tres fases (uso libre, reelaboración y aplicación). Los resultados sugieren que, tras la intervención, los futuros docentes transitaron de prompts simples, centrados en la instrucción y el contexto, hacia un modelo mixto más elaborado. Sin embargo, se identificó un cuello de botella persistente en la formulación del dato de entrada: el componente del prompt que especifica el contenido a procesar. Este hallazgo indica que la dificultad para dialogar con la IA está intrínsecamente ligada a la complejidad de articular el propio pensamiento pedagógico. Por tanto, se concluye que la formación de profesores para el uso de la IA debe superar el mero entrenamiento técnico, posicionando la ingeniería de prompts como una herramienta clave para estructurar, movilizar y externalizar los saberes profesionales del docente.

Palabras clave: formación del personal docente; inteligencia artificial; tecnología educacional.

Introdução

A ascensão dos sistemas de inteligência artificial (IA) generativa representa um marco disruptivo para a sociedade e, de forma inescapável, para a Educação. O impacto da IA na Educação tem sido um tema de intenso debate acadêmico atual, evidenciando a relevância e a urgência dessas pesquisas (Lo, 2023; Nascimento Júnior; Morais; Girotto Júnior, 2024). Estudos de revisão recentes indicam que a IA tem sido associada à personalização do ensino, ao aumento do engajamento e ao fornecimento de feedback adaptativo, mas também apontam desafios estruturais relacionados à formação docente e às desigualdades de acesso tecnológico (Evangelista *et al.*, 2025).

Em relação à formação de professores, procuramos pensar em como integrar as tecnologias, incluindo as IAs, de forma crítica, ética e pedagogicamente adequada. Ignorar os sistemas de IA no processo formativo pode incorrer no risco de provar os futuros docentes e discentes de competências distintivas (Kasneci *et al.*, 2023). Ao mesmo tempo, não se trata de atribuir a tais sistemas *status* superestimados. Ao contrário, entendemos as IA como ferramentas atuais que necessitam ser conhecidas,



reconhecidas e problematizadas quanto à sua funcionalidade, indo além do conhecimento técnico, englobando entendimentos sobre os seus mecanismos, aplicações e implicações (Daher, 2025). Dessa forma, pode-se evitar que seu uso desestruturado promova mecanismos de precarização do ensino e de práticas profissionais (Nascimento Júnior; Morais; Giroto Júnior, 2024).

No sentido de problematizar a ação dos profissionais da educação, faz-se necessário nos pautarmos em modelos que tratam dos saberes docentes. Tomamos como referência o conceito de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (do inglês, *Pedagogical Content Knowledge* - PCK) (Shulman, 1986), entendido como a síntese entre o domínio do conteúdo (o que ensinar) e da pedagogia (como ensinar). O PCK representa o domínio do professor em adaptar os conteúdos específicos em conhecimento compreensível para os estudantes.

Frente à massiva digitalização que vivenciamos, surge uma proposta fundamentada no PCK, complementada pela incorporação das tecnologias sob uma nova perspectiva. O modelo para o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (do inglês *Technological Pedagogical Content Knowledge* - TPACK), proposto por Mishra e Koehler (2006), visa integrar o Conhecimento Tecnológico (TK) como um terceiro pilar ao PCK. Essa transição não representa uma simples adição, mas uma reconfiguração complexa dos saberes: o ensino passa a ser compreendido como resultado de uma dinâmica entre tecnologia, pedagogia e conteúdo, na qual o professor mobiliza, de forma integrada, as ferramentas convenientes para a abordagem pedagógica adequada do conteúdo.

Para os fins deste estudo, o Conhecimento do Conteúdo (do inglês, *Content Knowledge* - CK) é entendido de forma ampla, abrangendo não apenas os tópicos específicos de Química, mas também as abordagens pedagógicas que constituem o objeto de estudo dos seus projetos acadêmicos. O Conhecimento Pedagógico (do inglês, *Pedagogical Knowledge* - PK), por sua vez, refere-se ao conhecimento mais amplo dos processos de ensino e à capacidade de transformar esse conhecimento teórico sobre abordagens específicas em um plano de aula estruturado. A intervenção focou no desenvolvimento do Conhecimento Tecnológico (do inglês *Technological Knowledge* - TK) dos participantes em relação à IA generativa, com o objetivo final de observar o desenvolvimento de seu TPACK - a capacidade de sintetizar esses



domínios para projetar experiências de aprendizagem e planejamento didático aprimoradas pela tecnologia.

No contexto das IA generativas, o TK pode assumir uma forma nova e específica através da elaboração de *prompts*. A engenharia de *prompt* (EP) pode ser definida como um campo de estudos voltado para a estruturação de *prompts* (comandos) para guiar uma IA generativa a produzir respostas precisas, relevantes e alinhadas a um objetivo específico (Giray, 2023; Liu *et al.*, 2021). Em vez de fazer perguntas vagas, o usuário projeta o *input*, fornecendo contexto, restrições, exemplos e até mesmo a persona desejada para a IA (Google, 2024).

As técnicas para a EP variam desde instruções diretas de tarefa única, conhecidas como *zero-shot prompting* (Kojima *et al.*, 2023), o fornecimento de alguns exemplos para que o modelo aprenda o padrão esperado (*few-shot*) (Brown *et al.*, 2020), até métodos avançados que instruem o modelo a raciocinar passo a passo (*chain-of-thought*) (Wei *et al.*, 2023), dentre outras. Ao refinar o *prompt*, o usuário reduz a ambiguidade e a aleatoriedade, forçando a IA a gerar resultados de maior qualidade e complexidade (Giray, 2023), transformando uma conversa genérica em um diálogo produtivo e orientado. Nesse ponto, a EP se torna um processo de pensar sobre o próprio pensamento (Levin; Marom; Kojukhov, 2025).

A literatura recente nos diz que a IA está assumindo múltiplos papéis na sala de aula, atuando como uma colaboradora do professor nas esferas de instrução, avaliação e tomada de decisão pedagógica (Shi; Choi, 2024). Especificamente na formação de professores, a habilidade de interagir com ferramentas de IA segundo os princípios de EP é uma forma de literacia digital (Kasneci *et al.*, 2023). Permite ao educador conectar sua intenção pedagógica (PK) e seu domínio de conteúdo (CK) à capacidade da ferramenta tecnológica (TK), assegurando um uso da IA pedagogicamente fundamentado e não apenas superficial (Ng *et al.*, 2023).

Ao desenvolver essa habilidade, o professor pode aprimorar sua agência profissional para atuar como um *designer* de experiências de aprendizagem. Por meio dos domínios conceituais e conhecimentos sobre a tecnologia, o professor pode atuar pedagogicamente e de forma intencional na construção de estratégias factíveis ao processo de ensino e aprendizagem de acordo com seus contextos específicos (Mouta; Pinto-Llorente; Torrecilla-Sánchez, 2025). De fato, a literatura da área tem alertado para os riscos de uma automação acrítica, reforçando que o papel do

professor em fornecer uma experiência de aprendizagem significativa e contextualizada permanece insubstituível (Menta; Brito, 2024).

Partindo da hipótese de que o uso inicial de IA por licenciandos tende a ser intuitivo e não sistematizado, o problema central desta pesquisa está em investigar como uma intervenção pedagógica focada em EP pode influenciar a transição para um uso mais estruturado e pedagogicamente intencional da ferramenta. Diante disso, busca-se responder à seguinte pergunta: quais estratégias e considerações emergem desse processo e que podem contribuir para a efetiva integração da IA na formação de professores?

O objetivo central desta pesquisa, portanto, está em analisar a trajetória de desenvolvimento da habilidade em EP em licenciandos, investigando como uma intervenção pedagógica pontual influencia a transição de um uso intuitivo para uma aplicação estruturada da IA em tarefas de planejamento de ensino. A partir da análise dessa trajetória sob a ótica do modelo TPACK, busca-se também identificar os principais desafios e potencialidades do processo de aprendizagem para derivar implicações práticas para a formação docente na era da IA.

Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, especificamente um desenho de estudo de caso instrumental (Stake, 1995), para conduzir uma investigação aprofundada de um fenômeno contemporâneo em seu ambiente natural. Para interpretar os dados coletados nesse ambiente, a pesquisa fundamenta-se no TPACK (Mishra; Koehler, 2006).

A pesquisa, realizada no primeiro semestre de 2025 em uma disciplina de formação de professores de uma universidade pública brasileira, focou na elaboração de projetos de ensino. Este contexto propiciou a análise de novas ferramentas tecnológicas, como a integração de sistemas de IA na prática docente e o desenvolvimento do TPACK dos licenciandos. A disciplina exigiu um projeto final teórico em duplas, com foco em um tema e conteúdo do currículo de Química do ensino médio, indicando competências e habilidades da BNCC, bem como estratégias de avaliação. A avaliação incluiu pré-projeto, projeto final e as apresentações sob a forma de seminários.

Uma característica fundamental deste contexto é a heterogeneidade dos participantes, provenientes de dois cursos de graduação distintos: a Licenciatura em

Química, oferecida pela Instituição de Ensino Superior (IES). Nove licenciandos consentiram em participar e completaram todas as atividades da pesquisa, sendo quatro estudantes oriundos do curso de Licenciatura em Química e seis (66,7%) do curso de Licenciatura integrado em Química/Física.

O acesso aos dados ocorreu em três fases. Na fase I, os participantes pesquisaram livremente abordagens pedagógicas e metodológicas usando IA generativa. Os dados coletados foram documentos digitais submetidos no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) da disciplina, incluindo *prompts* e respostas da IA. Dez semanas depois, foi realizada uma intervenção pedagógica formal. Previamente à aula, foi realizada a leitura do artigo *Prompt Engineering with ChatGPT: A Guide for Academic Writers* (Giray, 2023). Em seguida, houve uma aula presencial (50 minutos) que abordou os conceitos fundamentais sobre os grandes modelos de linguagem (do inglês, *Large Language Models* - LLM) e forneceu instruções diretas sobre os princípios de EP.

Na segunda parte da aula, os participantes preencheram um instrumento de coleta de dados dividido em três partes: reflexão crítica sobre *prompts* iniciais, revisão desses *prompts* com justificativa após leitura de artigo e aula (fase II), e elaboração de um *prompt* para uma nova tarefa de Ensino de Química (fase III) com avaliação da utilidade da IA. As duas últimas partes geraram os conjuntos de dados Revisão (fase II) e Aplicação (fase III), respectivamente. Dados sobre as percepções dos estudantes não serão apresentados neste artigo.

Uma limitação desse estudo está na ausência de mensuração da proficiência prévia dos participantes em IA generativa. A pesquisa foca na descrição do desenvolvimento do grupo no contexto da disciplina, e não em uma relação causal estrita. A pesquisa tem aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) n.º 79556924.9.000.5404.

Todos os dados textuais (*prompts*) foram transcritos e organizados em documentos digitais que compõem o *corpus* de pesquisa. Para apoiar a organização e a codificação sistemática dos dados, foi utilizado o programa de análise qualitativa MAXQDA (versão 2020). O procedimento analítico fundamental foi a Análise de Conteúdo Temática (Bardin, 2015), conduzida a partir da codificação do *corpus* em categorias definidas com base no trabalho de Giray (2023) sobre engenharia de *prompt*. As categorias analíticas, que contemplam os elementos (Quadro 1) e os tipos

de *prompts* (Quadro 2), estão detalhadas com suas respectivas definições operacionais nos quadros abaixo.

Quadro 1 – Categorias baseadas nos elementos do *prompt* (componentes internos).

Categoria	Definição operacional
Instrução	Refere-se ao segmento do <i>prompt</i> que contém uma tarefa ou comando específico para guiar o comportamento do modelo. Geralmente é identificada por verbos de comando como crie, escreva, análise ou resuma. Exemplo: “Crie um plano de aula sobre a tabela periódica”.
Contexto	Segmento que fornece à IA informações externas ou conhecimento de fundo adicional. Serve para delimitar o cenário, como público-alvo ou nível de ensino. Exemplo: “O plano de aula deve ser aplicado em uma turma de Ensino Médio de escola pública. O foco deve ser em metodologias ativas que promovam a contextualização com o cotidiano”.
Indicador de entrada	Segmento que apresenta a pergunta ou o dado central que o modelo deve processar para formular sua resposta. Constitui o núcleo da tarefa e direciona a compreensão do modelo sobre o que deve ser abordado. Exemplo: “Detalhe as atividades a serem desenvolvidas, incluindo uma atividade de abertura para despertar o interesse, uma atividade prática para ser realizada em sala de aula e uma sugestão de avaliação formativa. Aborda os conceitos de número atômico, massa atômica, grupos e períodos”.
Indicador de saída	Refere-se ao segmento do <i>prompt</i> que especifica o tipo ou o formato da resposta desejada. Ajuda a modelar a estrutura da resposta, definindo se ela deve ser um parágrafo, uma lista, uma tabela ou seguir outro formato específico. Exemplo: “Apresente o plano de aula em formato de tabela, com as seguintes colunas: etapa da aula, objetivo específico, descrição da atividade, recursos necessários e tempo estimado. O plano deve ser detalhado o suficiente para ser seguido por outro professor.”

Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com base em Giray (2023).

Quadro 2 – Categorias baseadas nos tipos de *prompt* (classificação geral).

Categoria	Definição operacional
<i>Prompt</i> misto	Um <i>prompt</i> que combina múltiplos elementos (como instrução, contexto e um estudo de caso) para guiar a escrita do modelo de uma maneira abrangente e completa. Por exemplo, “Aja como um formador de professores. A partir do estudo de caso de um aluno com dificuldades em estequiometria, discuta os desafios pedagógicos enfrentados pelo professor e proponha três estratégias didáticas inovadoras para melhorar a aprendizagem. Apresente a resposta em formato de tópicos.”
<i>Prompt</i> contextual	Um <i>prompt</i> que se destaca por fornecer um contexto adicional e detalhado para ajudar o modelo a focar em aspectos específicos de um tópico. Exemplo: “Considerando o currículo de Química do Estado de São Paulo, analise as potencialidades e os desafios de se trabalhar a temática Química Ambiental no 3º ano do Ensino Médio”.
<i>Prompt</i> de pergunta-resposta	Um <i>prompt</i> estruturado em torno de questões de pesquisa específicas. É formulada como uma interrogação direta para obter uma resposta a uma pergunta, como “Quais são as principais dificuldades conceituais que os alunos do Ensino Médio enfrentam ao estudar o balanceamento de equações químicas pelo método da oxirredução?”.
<i>Prompt</i> instrutivo	Um <i>prompt</i> que é usado para guiar a escrita ou a ação do modelo em direção a uma tarefa específica. Sua característica principal é o foco em um comando claro e direto, como “Crie uma lista com cinco experimentos sobre reações ácido-base que possam ser realizados com materiais de cozinha para uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental”.
<i>Prompt</i> de sistema	Um <i>prompt</i> que fornece um ponto de partida ou um contexto inicial para que o modelo desenvolva o conteúdo. Ele estabelece um cenário, como “A utilização de jogos didáticos no Ensino de Química tem se mostrado uma estratégia eficaz para engajar os estudantes. A partir desse contexto, proponha...”.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com base em Giray (2023).

Após a codificação dos dados, a análise dos resultados foi estruturada de modo a investigar o processo de desenvolvimento dos participantes ao longo das fases do estudo. A análise por etapas foi realizada para o grupo como um todo e apresenta dados quantitativos-descritivos (frequências absolutas convertidas em frequências percentuais para cada categoria de *prompt*) para cada uma das três fases (I. Inicial, II. Revisão e III. Aplicação). O objetivo desta análise sequencial por etapas foi identificar as principais tendências e transformações do grupo, estabelecendo o padrão geral de desenvolvimento da coorte.

Para manter o foco nas tendências gerais e garantir a clareza da exposição, o desempenho detalhado de cada um dos nove licenciandos não será apresentado individualmente. Em vez disso, a análise longitudinal individual será sintetizada por meio da identificação de perfis e padrões de desenvolvimento, permitindo uma

interpretação qualitativa das trajetórias sem um detalhamento exaustivo. Essa abordagem permitiu uma compreensão mais profunda das nuances do processo de aprendizagem individual, a identificação de diferentes perfis e percursos de desenvolvimento, bem como uma avaliação da consistência das tendências gerais observadas no nível agregado.

As transcrições dos *prompts* e das reflexões dos participantes foram mantidas em sua forma original para preservar a autenticidade dos dados. Eventuais erros gramaticais, de digitação ou particularidades da escrita foram sinalizados com o uso da expressão [sic] no corpo do texto.

Para assegurar o rigor deste estudo qualitativo, foram tomadas medidas para apoiar sua confiabilidade (Lincoln; Guba, 1985). A credibilidade dos resultados é ancorada no uso de descrição densa, fornecendo relatos detalhados do contexto e dos procedimentos da pesquisa. Ao mesmo tempo, a explicação transparente do processo analítico em múltiplas camadas incrementa a confiança do estudo.

Resultados e Discussão

Esta seção apresenta e discute essa transformação em três momentos: o diagnóstico inicial (fase I) e a reconfiguração do pensamento após a intervenção (fases II e III). A pesquisa apresenta resultados em duas etapas. Primeiro, os dados são exibidos em gráficos e tabelas para análise quantitativa e comparativa das três fases. Em seguida, os resultados são discutidos descritiva e interpretativamente, usando o referencial teórico para realçar os significados pedagógicos e suas implicações na formação de professores.

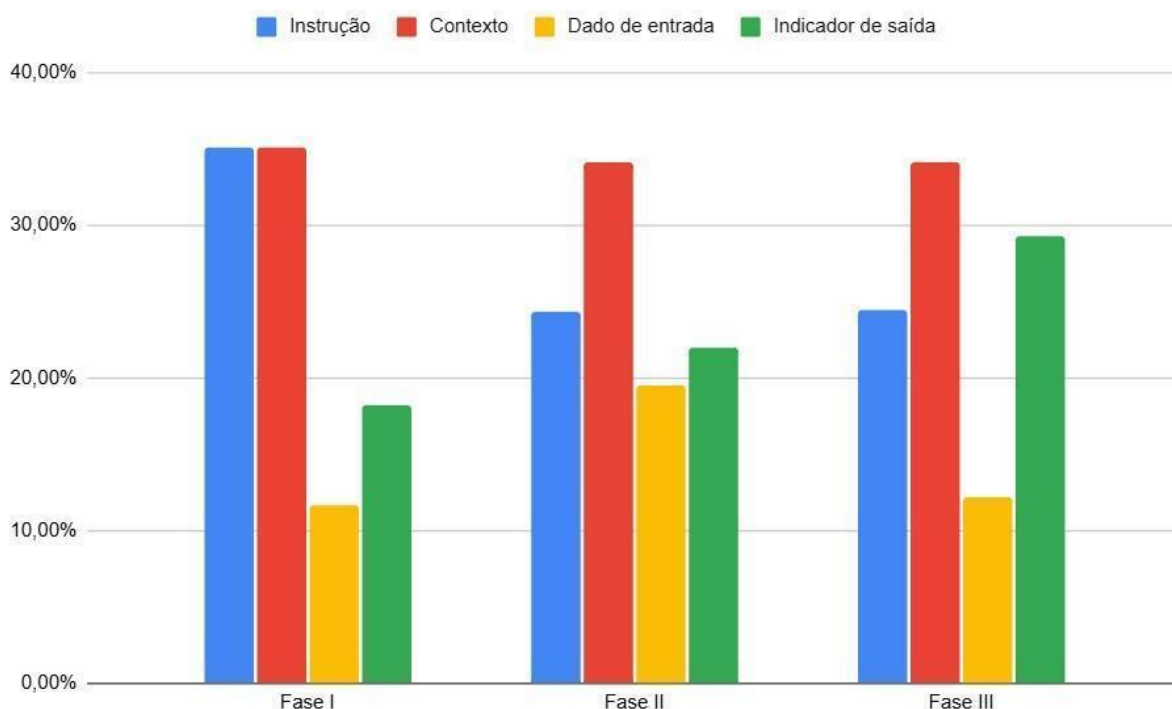
A análise quantitativa dos dados inicia-se pela observação da composição interna dos *prompts*, ou seja, pela frequência dos diferentes elementos de *prompt* (instrução, contexto, dado de entrada e indicador de saída) ao longo das três fases do estudo. As fases são: I (uso livre e intuitivo de IA antes da intervenção pedagógica), II (reelaboração de prompts iniciais após intervenção) e III (aplicação do conhecimento em nova tarefa de planejamento).

Os dados brutos correspondem à frequência absoluta (número total de ocorrências) de cada elemento codificado. No entanto, os dados foram normalizados para permitir uma comparação entre as fases, que possuem volumes distintos de texto (maiores principalmente para a fase I quando os estudantes usaram livremente a IA).



A Figura 1 apresenta, portanto, o gráfico da frequência relativa (percentual) de cada elemento de *prompt* em relação ao total de segmentos de cada fase.

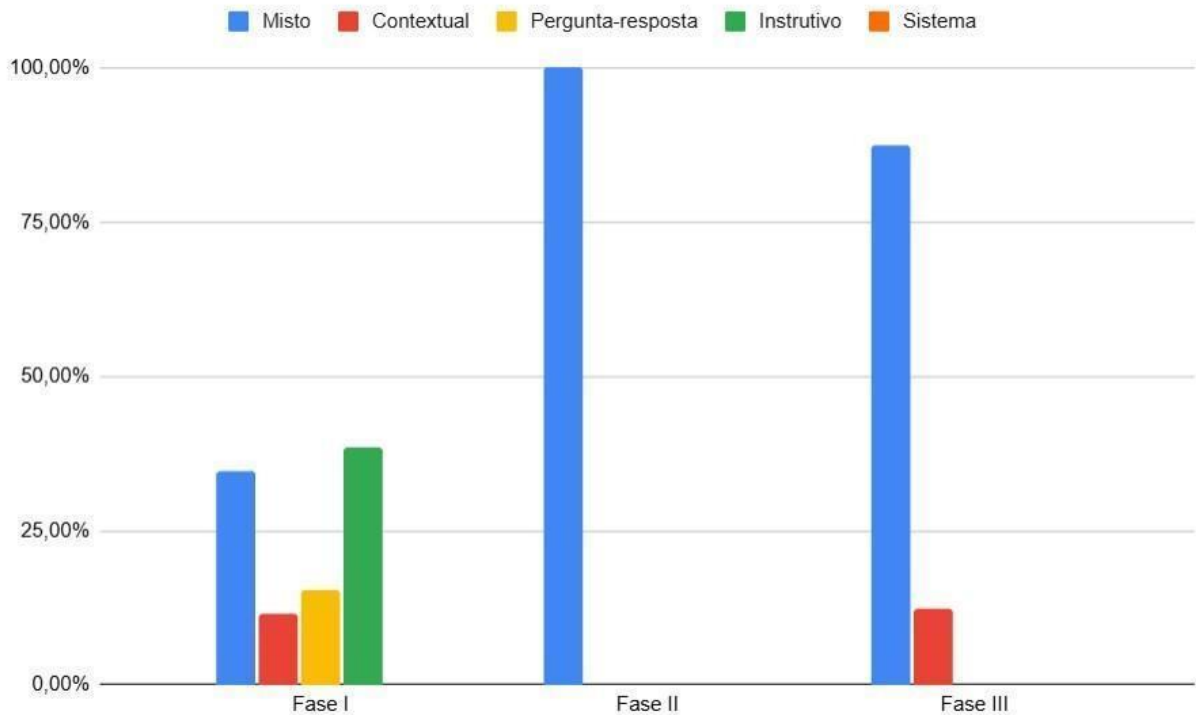
Figura 1 – Gráfico da frequência relativa dos elementos de *prompt* por fase do estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com base em Giray (2023).

Além de analisar a composição interna, essa investigação também classificou cada *prompt* integralmente, de acordo com as tipologias propostas por Giray (2023). Essa análise permite compreender a natureza da abordagem estratégica utilizada pelos licenciandos em cada fase. A Figura 2, a seguir, apresenta o gráfico da distribuição percentual dos tipos de *prompt* ao longo do estudo, revelando uma mudança na forma como os participantes estruturaram suas solicitações à IA.

Figura 2 – Gráfico da frequência relativa dos tipos de *prompt* por fase do estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com base em Giray (2023).

Análise da fase I

A interpretação dos dados da figura 1 permite-nos inferir sobre uma tendência na utilização de elementos de instrução (35,06%) e contexto (35,06%) nos *prompts* elaborados livremente pelos licenciandos. Esses dados nos indicam que mais de 70% dos *prompts* gerados nessa fase concentram-se em instruir e fornecer contexto à máquina. Ou seja, o uso livre das IA pelos licenciandos parece ser caracterizado pela utilização de verbos de comando, como “analise”, “elabore” ou “organize”, para fornecer ordens diretas à ferramenta. Esse comando está associado ao fornecimento de informações sobre o contexto, como sobre a série ou a disciplina, por exemplo, que servem como pano de fundo para orientar a IA.

Na fase I, pode-se inferir que os estudantes usaram a IA de forma mais conversacional. *Prompts* com instrução e contexto podem indicar usuários iniciantes com algum conhecimento da ferramenta. A concentração nessas interações sugere o uso da IA como buscador de informações, possivelmente devido à simplicidade das tarefas iniciais da disciplina, que não exigiram *prompts* elaborados. Essa abordagem é funcional, mas limita a capacidade da IA de gerar respostas complexas e criativas.

Quanto aos dados de menor incidência dos elementos de *prompt*, a análise quantitativa sugere um gargalo comum que limitava a eficácia dos licenciandos no uso

da IA. A baixa incidência do indicador de saída, responsável por modelar a estrutura da resposta (18,18% dos segmentos) e do dado de entrada, que detalha o conteúdo ou a questão a ser processada pela IA (11,69%).

Isso sugere que os licenciandos possuíam capacidade para contextualizar seus pedidos (35,06%) e para dar comandos gerais (35,06%). Contudo, falhavam em refinar suas solicitações com o conteúdo específico a ser trabalhado (dado de entrada) e com a forma do produto final desejado (indicador de saída). Este duplo gargalo é uma chave para compreender o estágio de desenvolvimento inicial do grupo.

Diante deste cenário, surge a questão: a baixa incidência dos elementos de especificidade se deve a um desconhecimento técnico da engenharia de *prompt* ou a uma dificuldade mais profunda, inerente à própria elaboração do pensamento pedagógico? A resposta parece residir na interseção de ambos os aspectos.

A falta de familiaridade com ferramentas de IA, como a EP, pode apontar uma barreira de letramento tecnológico e a carência de repertório técnico, refletida no TK. Para fornecer um dado de entrada, o professor precisa ter clareza sobre conceitos, dificuldades dos alunos e exemplos relevantes. Para definir um indicador de saída eficaz, ele precisa ter uma visão clara do artefato que deseja criar (um plano de aula, uma lista de exercícios, uma rubrica de avaliação, etc.). A dificuldade em criar um *prompt* sofisticado pode indicar uma dificuldade no planejamento didático.

Nesse ponto, é importante lembrar dois fatores: a fase I ocorreu logo nas primeiras semanas de aula da disciplina e o ano de ingresso dos alunos. A possível dificuldade no planejamento pedagógico, isto é, na mobilização de conhecimentos pedagógicos, no caso, para a elaboração do projeto de ensino, pode estar associada ao início da disciplina e ao tempo de experiência desses alunos no curso, além de outros fatores, como carência em experiências docentes. Como a disciplina ainda estava no início, parte da dificuldade em inserir dados de entrada e solicitar formatos de saída pode ter relação com o fato de os alunos ainda não terem desenvolvido suas ideias de projeto e, conseqüentemente, terem mais dificuldade em mobilizar seus conhecimentos pedagógicos.

Deste modo, conforme aponta Daher (2025), a alfabetização em IA precisa superar o conhecimento técnico. Em nossos dados, a princípio, a dificuldade reside precisamente na interseção entre essa habilidade técnica e o processo de solidificar as próprias ideias pedagógicas. A baixa incidência de dados de entrada e indicadores

de saída sugere uma lacuna na habilidade dos licenciandos em conectar sua intenção pedagógica (PK e CK) à capacidade da ferramenta (TK), um ponto fundamental para o uso pedagogicamente crítico da IA (Ng *et al.*, 2023).

Os *prompts* instrutivos, focados em comandos diretos, como “faça isso”, tiveram a maior frequência relativa (38,46%) nessa fase (Figura 2), seguidos do *prompt* misto (34,62%), que combina múltiplos elementos na sua composição. Juntos, os dois tipos de *prompt* somam mais de 73% da incidência do grupo nesta fase. Os *prompts* do tipo pergunta-resposta (15,38%) e contextual (11,54%) ocorrem em frequências menores. Esses dados mostram uma variedade de estratégias utilizadas pelo grupo que, em sua maioria, apenas solicitaram algo à IA (instrutivo), enquanto outros sujeitos combinaram mais elementos (misto) como instrução e contexto, por exemplo. Os *prompts* a seguir exemplificam esses casos:

Olá, Gemini, boa noite! Pode montar uma aula de química para ensino médio [sic] envolvendo a abordagem pedagógica da contextualização juntamente com a metodologia de ensino de [sic] experimentação? (*Prompt* elaborado na fase I pelo estudante A3, categorizado como instrução e contexto quanto ao elemento e misto quanto ao tipo).

Olá, Gemini. Recomende um trabalho de cada autor citado [anteriormente] para uma maior compreensão sobre natureza da ciência e a construção de conhecimento científico. (*Prompt* elaborado na fase I pelo estudante A4, categorizado como instrução e contexto quanto ao elemento e instrutivo quanto ao tipo).

oi, gemini, tudo bem? eu gostaria de ouvir propostas de projetos em que eu tenha: a divulgação científica como abordagem pedagógica, a aprendizagem por resolução de problemas como abordagem metodológica, a química do esporte como tema e a química orgânica como conteúdo a ser ensinado. meu público-alvo é uma sala de aula de 3º ano de ensino médio da rede pública de ensino [sic]. (*Prompt* elaborado na fase I pelo estudante A6, categorizado como instrução e contexto quanto aos elementos e misto quanto ao tipo).

O *prompt* do tipo sistema (Figura 2), aquele que define uma persona ou um papel para a IA, não apareceu em nenhuma das fases. Uma possível explicação para a ausência total desse tipo de *prompt* pode estar relacionada ao fato de que os elementos de *prompt* discutidos no artigo de referência e na intervenção pedagógica não terem focado no elemento persona. A definição da persona pode ser considerada um quinto pilar na construção de *prompts*. Além disso, os licenciandos podem ter entendido que as atividades não exigiam, necessariamente, a simulação de personas pelas IA. E, por último, essa é uma técnica mais avançada que exige uma interação mais elaborada que os licenciandos podem ainda não ter conhecimento e domínio para utilizar. Essa reflexão sugere que intervenções pedagógicas podem dar maior ênfase à elaboração desse tipo de *prompt*.

A análise conjunta dos dados revela a estratégia e a construção da mesma pelos licenciandos. Nesta fase (I), a maioria dos licenciandos parece ter interagido superficialmente com a IA, indicando baixo Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK). Isso sugere que eles possuíam conhecimento do conteúdo (CK) e conhecimento tecnológico (TK) básico, mas não sabiam usar a IA pedagogicamente para o conteúdo específico, nem quais elementos de *prompt* gerariam melhores resultados.

Esses dados indicam que o conhecimento sobre como qualificar a interação com a IA já existe, ainda que de forma latente ou intuitiva. Isso reforça o fato de que os estudantes já estão utilizando sistemas de IA fora do ambiente acadêmico. A questão, portanto, não é se devemos trazer a IA para a formação, mas como fazê-la. Se deixado ao acaso, o uso tende a permanecer superficial e limitado. Por isso, é imperativo que a formação de professores trate essa tecnologia de forma estruturada, fundamentada e crítica, promovendo a articulação consciente entre os saberes pedagógicos, conteúdo e tecnologia, conforme o TPACK.

Sem intervenção pedagógica, licenciandos podem usar a IA apenas como executora de tarefas, não como colaboradora na construção do conhecimento. Intervenções formativas são essenciais para desenvolver um conhecimento profundo e articulado, conforme o TPACK, superando um estágio tecnocêntrico. Isso permite que futuros professores integrem a IA de forma significativa e transformadora em suas práticas.

Análise da fase II

A fase II tratou da reelaboração dos *prompts*, inicialmente gerados na fase I, com base na leitura do artigo sobre EP (Giray, 2023) e na intervenção pedagógica. Embora uma proficiência prévia possa ter influenciado o nível de sofisticação inicial, a análise da fase II sugere um aprendizado conceitual no grupo, independentemente do ponto de partida.

A análise da composição interna dos *prompts* indica um cenário em que o domínio da técnica não foi completo. Conforme os dados da Figura 1, o uso do elemento contexto permaneceu relativamente estável (de 35,06% para 34,15%) e a instrução diminuiu ligeiramente (de 36,05% para 24,39%). O avanço mais significativo

ocorreu no gargalo da fase I: o dado de entrada cresceu de 11,69% para 19,51% e o indicador de saída subiu de 18,18% para 21,95%.

Este crescimento pode ser interpretado como um resultado positivo, pois pode sugerir um reconhecimento por parte dos licenciandos sobre a necessidade de maior especificidade na interação com a ferramenta. No entanto, esses dois elementos, que são centrais em um *prompt* sofisticado, ainda representam uma porção combinada menor (41,46%) do que os elementos de contextualização e comando (58,54%). Surge, assim, um novo gargalo: a dificuldade de transitar da compreensão conceitual (saber que precisa ser específico) para a proficiência na execução (ser capaz de elaborar essa especificidade de forma detalhada e eficaz).

O crescimento pode sugerir que os licenciandos reconhecem a necessidade de especificidade na interação com a ferramenta. Contudo, fundamentais para um *prompt* sofisticado (especificidade e restrição) ainda são menos presentes (41,46%) do que elementos de contextualização e comando (58,54%), revelando um gargalo: a dificuldade de aplicar a compreensão conceitual na elaboração de *prompts* detalhados e eficazes.

Os *prompts* dos estudantes A6 e A9, apresentados abaixo, ainda carecem de especificidade no indicador de saída. O pedido de projeto de A6 é impreciso, delegando a estrutura do produto final à IA. O estudante A9 avança ao solicitar um PDF, mas falha em detalhar a estrutura interna do artefato.

Eu sou uma professor [sic] do EM da escola pública e quero criar um projeto para trabalhar a química orgânica com os alunos por meio da temática da química do esporte. O projeto precisa ter um caráter de divulgação científica e apresentar uma abordagem da aprendizagem baseada em problemas. Considere que tenho 5 aulas para trabalhar funções orgânicas com 45min cada e em torno de 40 alunos. (*Prompt* elaborado na fase II pelo estudante A6, categorizado como instrução, contexto e indicador de saída quanto aos elementos e misto quanto ao tipo).

Irei dar uma aula de química para o ensino médio. Essa aula terá CTSA como abordagem pedagógica e o tema será mudanças climáticas [sic]. Preciso aplicar a instrução por pares como abordagem metodológica nessa aula, gostaria de utilizar a BNCC EM13CNT304 como foco. Crie um documento em pdf escrito como proposta para essa aula. (*Prompt* elaborado na fase II pelo estudante A9, categorizado como instrução, contexto, dado de entrada e indicador de saída quanto aos elementos e misto quanto ao tipo).

Portanto, o gargalo deixou de ser a capacidade de conceber uma ideia pedagógica complexa e passou a ser a habilidade técnica para especificar detalhadamente o formato do produto. Isso sugere que os licenciandos assimilaram a lógica de contextualizar e alimentar a IA com suas ideias pedagógicas (PCK), mas

ainda estavam desenvolvendo a fluência para modelar com precisão o artefato tecnológico que desejam receber em troca.

Aqui, o fator tempo pode ser uma variável explicativa. A elaboração de um dado de entrada e de um indicador de saída precisos é uma tarefa de alta demanda cognitiva, exigindo que o professor saiba como articular seus conhecimentos de conteúdo (CK) e pedagógicos (PK) com clareza para traduzi-los em comandos. É provável que a restrição de tempo da atividade em sala de aula (50 minutos), em contraste com a liberdade da tarefa de casa na fase I, feita sem restrição de tempo, tenha limitado a capacidade dos licenciandos de aprofundar esses elementos mais trabalhosos, mesmo já sabendo de sua importância.

Outro resultado expressivo foi a mudança na tipologia dos *prompts* (Figura 2): os tipos instrutivo (38,46%), de pergunta-resposta (15,38%) e contextual (11,54%), que juntos somavam mais de 65% das interações na fase I, não ocorreram na fase II. O *prompt* misto emergiu como prática hegemônica. Essa mudança entre as fases é ilustrada nos exemplos que seguem:

Quais seriam os melhores temas dentro da química para se trabalhar modelagem, especifique qual a série para conteúdo [sic] e a habilidade BNCC? [sic] (*Prompt* elaborado na fase I pelo estudante A5, categorizado como instrução, contexto, dado de entrada e indicador de saída quanto aos elementos e contextual quanto ao tipo).

Considerando que o resumo será utilizado como base para elaborar um projeto de aula para o 3º ano do ensino médio onde essa abordagem será utilizada para o ensino da reação de Maillard para atender a habilidade EM13CNT 201 [sic] da BNCC. (*Prompt* elaborado na fase II pelo estudante A5, categorizado como contexto quanto aos elementos e misto quanto ao tipo).

Analise o texto a seguir identificando possíveis erros ortográficos, concordância e se está coerente [texto omitido]. (*Prompt* elaborado na fase I pelo estudante A7, categorizado como instrução, dado de entrada e indicador de saída quanto aos elementos e instrutivo quanto ao tipo).

Considerando que serão analisados alguns textos que se baseiam em referências [sic] teóricos em anexo, identifique possíveis erros ortográficos, concordância, se está coerente e se tem dicas para adaptar e melhorar o texto. (*Prompt* elaborado na fase II pelo estudante A7, categorizado como instrução, contexto, dado de entrada e indicador de saída quanto aos elementos e misto quanto ao tipo).

A análise do *prompt* elaborado na fase I pelo estudante A5 indica uma tentativa de explorar as potencialidades da ferramenta, na qual o estudante coloca a IA na posição de especialista e solicita ideias genéricas. Parece que A5 está buscando um ponto de partida para a elaboração de seu projeto. Na fase II, o *prompt* se aproxima de uma aplicação, em que o licenciando parece estar no controle da interação. Ele

tem o tema, a série, o conteúdo e a habilidade da BNCC. Não solicita mais ideias, mas instrui a IA a trabalhar dentro dos parâmetros extremamente específicos do seu próprio projeto.

A IA deixa de ser usada como consultora e passa a ser assistente de projeto. Esse movimento vai ao encontro das observações de Shi e Choi (2024), que descrevem a IA assumindo múltiplos papéis na Educação, notadamente o de colaboradora do professor na esfera do planejamento e da instrução.

Similarmente, o estudante A7 constrói um *prompt* ferramental na fase I, usando a IA como um corretor ortográfico, isto é, para uma tarefa de baixa complexidade. Essa interação se modifica na fase II, passando a ser mais colaborativa, criativa e estratégica. Ele não busca apenas uma correção simples, mas pede à IA que atue como revisora crítica, sugerindo melhorias no texto.

Essa mudança pode estar ligada ao fato de a intervenção pedagógica não ter sido apenas teórica. O fato de os alunos já terem um pré-projeto elaborado nessa altura da disciplina pode ter influenciado a maneira como interagiram com a ferramenta. Os estudantes estavam trabalhando diante de um contexto pedagógico real.

A aparente melhora na qualidade dos *prompts* pode vir de dois processos: (1) o desenvolvimento contínuo de competências de planejamento de projetos e (2) intervenção focada em EP. O amadurecimento dos licenciandos na disciplina pode ter aprimorado o conteúdo de suas solicitações, especialmente ao definir abordagens, temas e contextos, o que pode ter desenvolvido domínios de PCK.

Contudo, se a disciplina permitiu aprimorar o que solicitar à IA, a intervenção sobre EP pode ter transformado o como pedir. A intervenção, portanto, pode ter oferecido a sintaxe tecnológica para que o pensamento pedagógico em maturação pudesse ser expresso de forma eficaz a uma ferramenta de IA, mobilizando domínios do TPACK. Sem essa instrução específica, poderia ser que os licenciandos, mesmo com ideias de projetos mais elaboradas, continuassem a interagir com a ferramenta de forma fragmentada.

A transição da fase I para a fase II parece ilustrar um desenvolvimento tanto do TCK quanto do TPK dos estudantes. Na fase I, os licenciandos tinham conhecimento do conteúdo (CK) dos seus projetos de Química e conhecimento da tecnologia (TK) ao demonstrar que sabiam usar a IA. Na fase II, ao aplicar esse tipo de *prompt* ao seu



próprio projeto (seu CK), os alunos caminham rumo a um TCK e TPK mais específicos. O projeto pré-existente na junção do conhecimento tecnológico e pedagógico.

Os dados indicam que a intervenção pedagógica pode ser adaptável, com suporte contínuo, exemplos práticos e acompanhamento individualizado. As aulas podem ir além do básico para EP, abordando a necessidade e o uso de cada elemento do *prompt* para uma compreensão aprofundada, aplicável em diversos contextos.

Análise da fase III

A fase III, realizada na mesma aula que a fase II, funcionou como um teste para verificar em que medida houve uma consolidação da aprendizagem por meio da realização de uma tarefa nova: a criação de um *prompt* para seus projetos de ensino. Ou seja, esta fase fornece indícios do que foi aprendido pelos estudantes após a remoção do andaime da tarefa original.

Nesta fase (III), a Figura 1 apresenta a frequência de incidência de elementos de instrução e contexto permanece igual à fase II (24,39% e 34,15%, respectivamente). No entanto, o indicador de saída teve frequência aumentada, de 21,95% para 29,27%, enquanto o dado de entrada teve queda, de 19,51% para 12,20%, retornando a um patamar próximo ao da fase inicial. Portanto, esses dados mostram que os licenciandos mantiveram seu comportamento de fornecer comandos e informações contextuais à máquina, mas inverteram a atitude quanto à especificidade do *prompt* fornecendo menos dados de entrada, com foco maior em solicitações de resposta modelada.

Os *prompts* dos estudantes A3 e A9 (ver discussão da fase II) apresentaram todos os elementos de *prompt* na fase II. No entanto, deixaram de conter os dados de entrada na fase III, conforme os exemplos abaixo.

Gemini, poderia montar um projeto de química para ser aplicado em uma turma de 30 alunos do segundo ano do Ensino Médio em uma duração média de duas aulas de 50 minutos cada, envolvendo o conteúdo de eletroquímica? O projeto deverá ser construído com base na abordagem metodológica da experimentação. Gostaria de um plano detalhado segundo as habilidades [texto omitido]. (*Prompt* elaborado na fase II pelo estudante A3, categorizado como instrução, contexto, dado de entrada e indicador de saída quanto aos elementos e misto quanto ao tipo).

Gemini, pode criar 5 perguntas para um jogo que estou montando? O jogo é uma competição para estudantes do segundo e terceiro ano [sic] do Ensino Médio, da disciplina de Química do tema de química orgânica. A primeira pergunta terá que envolver nomenclatura de cadeias carbônicas e contextualização. A segunda pergunta tratará de funções orgânicas utilizando a contextualização. A terceira terá que envolver a montagem de moléculas



orgânicas com massinha citando sua geometria. A última terá que ser um experimento fácil de reações orgânicas. (*Prompt* elaborado na fase III pelo estudante A3, categorizado como instrução, contexto e indicador de saída quanto aos elementos e misto quanto ao tipo).

Irei fazer um projeto com uma turma de ensino médio com um bloco de 3 aulas de química. O tema será Química dos Solos com foco em uma pergunta-chave norteadora para uma atividade avaliativa. Quero que você crie essa pergunta, considerando uma temática de divulgação científica para os alunos terem que escrever um trabalho fingindo que irão publicar a resposta num jornal da cidade. (*Prompt* elaborado na fase III pelo estudante A9, categorizado como instrução, contexto e indicador de saída quanto aos elementos e misto quanto ao tipo).

Se na fase anterior (II) os licenciandos aprimoraram, em certa medida, a capacidade de articular sua intenção pedagógica (o PCK) nos elementos de *prompt*, nesta fase (III) eles parecem ter desenvolvido uma faceta mais técnica do Conhecimento Tecnológico (TK): a habilidade de instruir a IA para gerar um artefato pedagógico com a estrutura e o formato desejados. O indicador de saída é onde a visão do professor (PK + CK) se materializa por meio de um comando tecnológico eficaz (TK), representando uma possível operacionalização do TPACK.

Por outro lado, o aumento constante do indicador de saída e a queda na frequência do dado de entrada podem indicar que os licenciandos delegaram a criatividade e o trabalho braçal de formatação e organização para a IA, buscando gerar artefatos (plano de aula, lista de exercícios, roteiro experimental) imediatamente úteis e economizando tempo.

Esse comportamento de aumento da aparente proficiência na formatação de saída (TK) acompanhado da diminuição na inserção de conteúdo pedagógico (CK) nos coloca uma preocupação. Embora a habilidade de interagir com a IA seja uma forma de literacia digital, como propõem Kanesci *et al.* (2023), os dados sugerem que essa literacia pode se desenvolver de forma desequilibrada. Os licenciandos podem ter se tornado melhores formadores, mas não necessariamente melhores curadores de conteúdo ou pensadores críticos.

Isso os aproxima perigosamente do papel de supervisor que Mouta, Pinto-Llorente e Torrecilla-Sánchez (2025) alertam, onde a agência criativa é delegada à máquina, restando ao professor apenas a tarefa de gerenciar o produto final. Essa reflexão dialoga diretamente com as preocupações levantadas por Menta e Brito (2024), que, em sua revisão, destacam a importância de os professores irem além de transmissores de conhecimento, atuando como facilitadores do pensamento crítico e mediadores de valores, funções que a IA não é capaz de replicar.

A menor frequência de dados de entrada nas três fases, especialmente a queda na fase III, sugere que a identificação e seleção desses dados podem ser o elemento mais difícil para os alunos. Isso pode ser atribuído a causas cognitivas e metodológicas, como o tempo limitado da intervenção, que pode ter impedido a internalização da importância de cada elemento de *prompt* e a prática de adaptação do método.

Nesta fase (III), os estudantes precisavam, por conta própria, identificar um dado de entrada relevante a partir do seu próprio repertório e materiais de projeto. Esse elemento não se constitui de uma instrução, mas depende de uma curadoria e seleção de informações. Para usá-lo, o estudante precisa parar e se perguntar: dentre tudo o que sei ou tenho para esse projeto, qual é a informação específica e necessária que a IA precisa para processar e me dar o que eu quero?

Uma proposta seria incluir, após a instrução, cenários de problemas variados para que os alunos pudessem praticar a identificação dos elementos-chave, especialmente os dados de entrada que parecem ter a natureza de mais difícil compreensão. Assim, o professor poderia mediar a elaboração de *prompts* com dados de entrada em diferentes situações, servindo como andaimes na construção do modelo mental por parte dos estudantes.

A estrutura do *prompt* misto (Figura 2), aprendida na intervenção, foi mantida, com pequena variação na sua utilização (de 100% para 87,5%), indicando uma possível melhora na integração do modelo mental para elaborar *prompts*. A alta incidência dessa tipologia pode sugerir que os licenciandos internalizaram que um *prompt* mais complexo é o ideal, mesmo que ainda não dominem a competência de elaborá-los dessa forma.

Os resultados deste estudo buscam avançar a análise de uma intervenção pontual, oferecendo *insights* para uma possível reconfiguração da formação docente na era da inteligência artificial (IA). As trajetórias dos licenciandos sugerem que o letramento em IA não pode ser tratado como um adendo técnico da sua formação, mas como um componente intrínseco ao desenvolvimento profissional, influenciando diretamente os saberes, os modelos formativos e a própria identidade do professor.

A integração da IA ressignifica o saber docente, exigindo que professores articulem seu pensamento pedagógico com precisão para interagir com a máquina. A barreira não parece ser meramente tecnológica, mas pedagógica devido à



complexidade em articular o PCK, refletindo na dificuldade em elaborar *prompts* sofisticados. A IA atua como ferramenta para externalizar o pensamento didático, e a formação de professores pode abordar a EP como meio para aprofundar saberes pedagógicos.

Em segundo lugar, os achados apontam para a necessidade de modelos formativos para letramento em IA que sejam longitudinais, integrados e diferenciados. Essa conclusão está em consonância com a literatura da área, que aponta a formação continuada de professores como um pilar essencial para a integração da IA na Educação. Menta e Brito (2024) defendem que essa formação deve qualificar os docentes para uma avaliação crítica do uso da tecnologia, abordando questões como privacidade de dados, personalização do ensino e a reconfiguração da própria prática docente.

A transição entre as fases II e III revela que intervenções pontuais são insuficientes para desenvolver habilidades complexas. Modelos formativos robustos devem ir além de treinamentos, integrando IA em práticas contínuas, como projetos de ensino. As intervenções podem envolver abordagens formativas diversificadas, com diagnóstico, instrução explícita e prática mediada, para atender a diferentes perfis de aprendizagem e apoiar quem tem dificuldade em conceitos abstratos.

Considerações finais

Este estudo investigou o processo de desenvolvimento da competência em engenharia de *prompt* entre licenciandos, analisando suas trajetórias de aprendizagem ao longo de três fases sob a ótica do modelo TPACK. A pesquisa partiu da questão sobre como futuros professores desenvolvem essa nova habilidade após uma intervenção pedagógica deliberada. Os resultados indicam uma jornada complexa, marcada por desafios na consolidação do conhecimento.

Os principais achados indicam que, inicialmente, licenciandos usaram *prompts* intuitivamente, mas com intervenção, adotaram um modelo estruturado. No entanto, fragilidades foram identificadas: enquanto habilidades procedimentais, como a especificação do formato de saída, foram contínuas, habilidades conceituais mais abstratas, como a seleção de conteúdo relevante, mostraram-se de difícil generalização para novas tarefas. A interação com a IA parece ligada à capacidade

do licenciando de articular seu pensamento pedagógico, evidenciando o principal gargalo no desenvolvimento da autonomia.

O ponto de destaque deste trabalho reside em seu desenho processual, que permitiu não apenas um diagnóstico, mas o acompanhamento de uma trajetória de desenvolvimento, revelando nuances que um estudo transversal não capturaria. A principal contribuição para a área é a caracterização de perfis de aprendizagem e a sinalização de que a formação em IA deve ser integrada a práticas pedagógicas autênticas para ser significativa. No entanto, o estudo possui limitações que demandam cautela. A amostra reduzida e restrita a um grupo de licenciandos, bem como a ausência de uma medição formal da proficiência prévia em IA limitam a generalização dos resultados.

Para estudos futuros, sugere-se a replicação da metodologia em contextos e áreas do conhecimento diversos. Seria de grande valor investigar não apenas os *prompts*, mas também a qualidade dos artefatos pedagógicos gerados pela IA em resposta a eles, correlacionando a sofisticação do *prompt* com a qualidade do produto. Adicionalmente, pesquisas que modifiquem a intervenção, incluindo mais tempo para a prática deliberada na seleção de dados de entrada e na tipologia dos *prompts* para tarefas variadas, poderiam oferecer *insights* sobre como superar o gargalo de transferência aqui identificado.

Por fim, o estudo destaca que o letramento em IA prepara futuros professores para serem arquitetos da interação tecnológica, não apenas usuários passivos. A habilidade de criar prompts detalhados demonstra a agência do docente como usuário crítico, ampliando sua visão com a IA. A formação deve focar na dimensão crítica, permitindo que educadores sejam curadores e dirigentes no uso da tecnologia em sala de aula.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas, viabilizando este estudo. Agradecemos aos licenciandos pela valiosa participação nesta pesquisa.

Referências

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2015.

BROWN, Tom et al. Language Models Are Few-Shot Learners. **ArXiv (Cornell University)**, v. 4, 28 mai. 2020. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2005.14165>. Acesso em: 22 ago. 2025.

DAHER, Roula. Integrating AI literacy into teacher education: a critical perspective paper. **Discover Artificial Intelligence**, v. 5, n. 1, p. 217, 20 ago. 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44163-025-00475-7>. Acesso em: 30 ago. 2025.

EVANGELISTA, Anne Heloísa Alves, et al. Impactos da incorporação da Inteligência Artificial no ensino de Matemática: um Estado do Conhecimento. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 11, n. jan./dez., p. e265425, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.31417/educitec.v11.2654>. Acesso em: 13 jan. 2026.

GIRAY, Louie. Prompt Engineering with ChatGPT: A Guide for Academic Writers. **Annals of Biomedical Engineering**, n. 51, p. 2629–2633, 2023. DOI: 10.1007/s10439-023-03272-4. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37284994/>. Acesso em: 30 ago. 2025.

GOOGLE. Prompting guide 101: a quick-start handbook for effective prompts. **Google Workspace**, 2024. Disponível em: <https://services.google.com/fh/files/misc/gemini-for-google-workspace-prompting-guide-101.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2025.

KASNECI, Enkelejda et al. ChatGPT for good? on Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. **Learning and Individual Differences**, v. 103, n. 102274, 1 abr. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1041608023000195>. Acesso em: 30 ago. 2025.

KOJIMA, Takeshi et al. Large Language Models are Zero-Shot Reasoners. **arXiv (Cornell University)**, 29 jan. 2023. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2205.11916>. Acesso em: 22 ago. 2025.

LINCOLN, Yvonna S.; GUBA, Egon. **Naturalistic inquiry**. Newbury Park, CA: Sage, 1985.

LIU, Pengfei et al. Pre-train, Prompt, and Predict: A Systematic Survey of Prompting Methods in Natural Language Processing. **arXiv (Cornell University)**, 28 jul. 2021. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2107.13586>. Acesso em: 22 ago. 2025.

LO, Chung Kwan. What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. **Education Sciences**, v. 13, n. 4, p. 410, 17 abr. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/4/410>. Acesso em: 30 ago. 2025.

MENTA, Eziquiel; BRITO, Glaucia da Silva. O papel da Inteligência Artificial no Ensino Tecnológico: implicações emergentes. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 10. n. jan./dez., p.



e232524, 2024. Disponível em:
<https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/2325>.
Acesso em: 13 jan. 2026.

MISHRA, Punya, KOEHLER, Matthew J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education**, v. 108, n. 6, p. 1017–1054, 2006. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>. Acesso em: 30 ago. 2025.

MOUTA, Ana, PINTO-LLORENTE, Ana María, TORRECILLA-SÁNCHEZ, Eva María. “Where is Agency Moving to?”: Exploring the Interplay between AI Technologies in Education and Human Agency. **Digital Society**, v. 4, n. 2, p. 49, 11 jun. 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44206-025-00203-9>. Acesso em: 30 ago. 2025.

NASCIMENTO JÚNIOR, W. J. D.; MORAIS, C.; GILDO GIROTTTO JÚNIOR. Enhancing AI Responses in Chemistry: Integrating Text Generation, Image Creation, and Image Interpretation through Different Levels of Prompts. **Journal of Chemical Education**, v. 101, n. 9, p. 3767–3779, 19 ago. 2024. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.4c00230>. Acesso em: 13 jan. 2026.

NG, Davy Tsz Kit et al. Teachers’ AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. **Educational technology research and development**, v. 71, n. 1, p. 137–161, 21 fev. 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-023-10203-6>. Acesso em: 30 ago. 2025.

SHI, L., CHOI, I. A Systematic Review on Artificial Intelligence in Supporting Teaching Practice: Application Types, Pedagogical Roles, and Technological Characteristics. In: ZHAI, X., KRAJCIK, J. (Orgs.). **Uses of Artificial Intelligence in STEM Education**. 1. ed. [S.l.]: PressOxford, 2024. p. 321–347.

SHULMAN, Lee. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4, fev. 1986. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189x015002004>. Acesso em: 30 ago. 2025.

STAKE, Robert. **The Art of Case Study Research**. [S.l.]: Sage Publications, 1995.

WEI, Jason et al. Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models. **arXiv(Cornell University)**, 10 jan. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2201.11903>. Acesso em: 22 ago. 2025.

Recebido: 06/10/2025

Aprovado: 13/01/2026

Publicado: 26/02/2026

Como citar (ABNT): SANTOS, M. de C.; MOMBELLI, M. N.; NASCIMENTO JÚNIOR, W. J. D. do; GIROTTTO JÚNIOR, G. Engenharia de prompt na formação docente: implicações de uma intervenção pedagógica para integrar IA e TPACK na licenciatura. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 12, e277726, 2026.

Contribuição de autoria:

Mayara de Carvalho Santos: Conceituação, análise formal, aquisição de financiamento, investigação, metodologia, administração do projeto e escrita (rascunho original).

Murilo Nicolás Mombelli: Curadoria de dados, análise formal e escrita (revisão e edição).

Wilton José Diolindo do Nascimento Júnior: Investigação, validação e escrita (revisão e edição).

Gildo Girotto Júnior: Recursos, supervisão e escrita (revisão e edição).

Editor responsável: Iandra Maria Weirich da Silva Coelho

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

