Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física
Programa de Pós-graduação em Ensino de Física
Mestrado Acadêmico em Ensino de Física

Leonardo Alencastro Vanin Dutra de Souza

A CRITICIDADE DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO FRENTE ÀS INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS: UMA ANÁLISE SOB A TEORIA CRÍTICA DA TECNOLOGIA DE FEENBERG

Porto Alegre
2026

Leonardo Alencastro Vanin Dutra de Souza

A CRITICIDADE DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO FRENTE ÀS INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS: UMA ANÁLISE SOB A TEORIA CRÍTICA DA TECNOLOGIA DE FEENBERG

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
Orientador: Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio

Porto Alegre
2026

Leonardo Alencastro Vanin Dutra de Souza

A CRITICIDADE DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO FRENTE ÀS INTELIGÊNCIAS ARTIFICIAIS: UMA ANÁLISE SOB A TEORIA CRÍTICA DA TECNOLOGIA DE FEENBERG

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
Orientador: Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio

Porto Alegre, 03 de Julho de 2026.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. André Ary Leonel
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof. Dr. Ives Solano Araujo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. Paulo Victor Santos Souza
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Presidente da banca

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha mãe, Maria Goretti, pelo amor, pelo cuidado cotidiano e pelo apoio constante. Em meio às exigências da pesquisa, das aulas, do trabalho e da vida, sua ajuda foi fundamental para que eu pudesse manter alguma organização em períodos especialmente difíceis. Cada gesto, desde arrumar meu quarto até preparar minhas refeições, foi uma forma concreta de cuidado que tornou possível atravessar esta etapa com mais equilíbrio. Este trabalho também carrega a marca silenciosa dessas ajudas, muitas vezes simples, mas profundamente necessárias.

À minha irmã, Scarlet, agradeço por todo incentivo, inspiração e admiração que desperta em mim. Sua trajetória, sua força e sua forma de enfrentar a vida sempre foram referências importantes, não apenas durante o desenvolvimento deste trabalho, mas também na construção da pessoa e do profissional que busco ser. Em muitos momentos, sua presença me lembrou que é possível seguir com coragem, inteligência e intensidade, procurando ser alguém tão admirável quanto você.

Ao meu pai, Paulo Rogério, agradeço pelo incentivo, pela confiança e pelo apoio ao longo desta caminhada. Sua presença e suas palavras de estímulo contribuíram para que eu pudesse seguir em frente mesmo diante das dificuldades, lembrando-me da importância da persistência, da responsabilidade e do compromisso com aquilo que escolhemos construir.

Ao meu amigo José Roberto, agradeço pelo apoio, pela escuta e, especialmente, pelo espaço constante de diálogo. Muitas das reflexões que atravessam esta pesquisa foram amadurecidas em conversas nas quais pude discutir conceitos, testar interpretações e enfrentar dúvidas. Suas opiniões, colocações e questionamentos contribuíram para tornar o percurso menos solitário e intelectualmente mais rico, ajudando-me a olhar para a pesquisa com maior rigor e abertura crítica.

Ao meu orientador, professor Dioni Paulo Pastorio, agradeço pela orientação ao longo deste trabalho e pelas oportunidades formativas proporcionadas durante o percurso. Sua atuação foi importante não apenas na construção acadêmica da dissertação, mas também na criação de um ambiente de trabalho acolhedor, colaborativo e intelectualmente estimulante. Agradeço pela confiança, pelas leituras, pelas provocações e pelas possibilidades abertas ao longo desta etapa.

Ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, à minha irmã, Scarlet, e ao meu pai, Paulo Rogério, agradeço pelo apoio financeiro que possibilitou minha participação na *XVI Conferencia Interamericana de Educación en Física* (CIAEF), evento

internacional de Ensino de Física. Essa oportunidade foi significativa para minha formação acadêmica, permitindo o contato com debates, pesquisadores e experiências que contribuíram para ampliar minha compreensão sobre o campo do Ensino de Física e sobre os desafios contemporâneos da formação docente.

À equipe diretiva do Colégio NAVE, em especial ao meu amigo Jéferson, ao diretor Fabrício e à coordenadora Bárbara, agradeço pela compreensão diante da complexidade e das exigências envolvidas na realização deste mestrado. Em momentos de maior tensão no desenvolvimento da pesquisa, a possibilidade de contar com apoio institucional e flexibilidade foi fundamental para que eu pudesse concluir este trabalho. Reconheço e agradeço a sensibilidade da equipe em compreender que a formação acadêmica também exige tempo, dedicação e condições concretas para se realizar.

A todas essas pessoas e instituições, registro minha gratidão. Este trabalho não é resultado de um esforço isolado, mas de uma rede de apoio, cuidado, diálogo e confiança que tornou possível sua realização.

"- Um robô consegue escrever uma sinfonia? Um robô consegue transformar uma tela em uma bela obra-prima?
- E você consegue?"

Eu, Robô, 2004

RESUMO

A crescente inserção das inteligências artificiais no campo educacional tem ampliado possibilidades de planejamento, produção de materiais didáticos e apoio à aprendizagem, ao mesmo tempo em que suscita questionamentos sobre confiabilidade, autoria, automação e mediação docente. Embora a inteligência artificial compreenda sistemas voltados a diferentes funções, esta pesquisa concentra-se, de modo predominante, em sistemas de inteligência artificial generativa de texto acessados por interfaces conversacionais, sem desconsiderar discussões formativas mais amplas sobre tecnologias digitais e outras aplicações de IA. No contexto da formação inicial de professores, tais transformações tornam relevante investigar não apenas o domínio técnico dessas ferramentas, mas também a capacidade crítica de interpretar seus limites, valores e implicações sociotécnicas. Nesse sentido, esta dissertação tem como objetivo analisar manifestações e deslocamentos na criticidade de licenciandos em Física frente às inteligências artificiais, com ênfase nas IA generativas de texto, à luz da Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa, desenvolvida por meio de estudo de caso com licenciandos em Física vinculados ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O percurso investigativo envolveu encontros formativos sobre tecnologia, inteligência artificial e docência, articulando leituras orientadas, debates e tarefas práticas. Os dados foram constituídos a partir de três fontes principais: questionários em escala Likert aplicados no início e no final do percurso, *corpus* documental composto por tarefas, planos de aula e relatórios produzidos pelos participantes e registros audiovisuais dos encontros formativos. A análise foi orientada por categorias derivadas da Teoria Crítica da Tecnologia, tais como neutralidade tecnológica, ambivalência tecnológica, democratização da tecnologia, valores e pressupostos técnicos, instrumentalização e automação docente. Os resultados indicam deslocamentos parciais nas concepções dos licenciandos ao longo da formação. Observou-se redução de visões estritamente instrumentais sobre a tecnologia e maior reconhecimento dos limites e condicionantes sociotécnicos dos sistemas de IA analisados. Também emergiram compreensões mais elaboradas acerca da necessidade de validação das respostas geradas, da centralidade da mediação docente e dos riscos associados à dependência tecnológica. Contudo, persistiram ambiguidades e contradições, revelando que a criticidade não se constitui de forma linear ou homogênea. Conclui-se que propostas formativas que articulam teoria, prática e reflexão situada mostram-se promissoras para a

formação de professores capazes de se relacionar criticamente com sistemas de IA e outras tecnologias emergentes no ensino.

Palavras-chave: inteligência artificial generativa; formação docente; Teoria Crítica da Tecnologia; Ensino de Física.

ABSTRACT

The growing presence of artificial intelligence in education has expanded possibilities for lesson planning, teaching-material production, and learning support, while raising questions about reliability, authorship, automation, and teacher mediation. Although artificial intelligence encompasses systems designed for different functions, this study focuses predominantly on text-generative artificial intelligence systems accessed through conversational interfaces, without disregarding broader formative discussions on digital technologies and other AI applications. In initial teacher education, these transformations make it relevant to investigate not only technical proficiency with such tools, but also the critical capacity to interpret their limits, values, and sociotechnical implications. Accordingly, this dissertation aims to analyze manifestations and shifts in the criticality of preservice Physics teachers regarding artificial intelligence, with emphasis on text-generative AI, in light of Andrew Feenberg's Critical Theory of Technology. Methodologically, this is a qualitative case study with preservice Physics teachers participating in the Institutional Teaching Initiation Scholarship Program at the Federal University of Rio Grande do Sul. The research process involved formative meetings on technology, artificial intelligence, and teaching, combining guided readings, debates, and practical tasks. Data were constituted from three main sources: Likert-scale questionnaires administered at the beginning and end of the process; a documentary corpus comprising tasks, lesson plans, and reports produced by participants; and audiovisual records of the formative meetings. The analysis was guided by categories derived from Critical Theory of Technology, including technological neutrality, technological ambivalence, democratization of technology, technical values and assumptions, instrumentalization, and teaching automation. The results indicate partial shifts in participants' conceptions throughout the formative process. Strictly instrumental views of technology decreased, while recognition of the limits and sociotechnical conditioning of the AI systems analyzed increased. More elaborate understandings also emerged concerning the need to validate generated responses, the centrality of teacher mediation, and risks of technological dependence. However, ambiguities and contradictions persisted, showing that criticality is not constituted linearly or homogeneously. The study concludes that formative proposals articulating theory, practice, and situated reflection are promising for preparing teachers to engage critically with AI systems and other emerging technologies in education.

Keywords: generative artificial intelligence; teacher education; Critical Theory of Technology; Physics Education.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 REFERENCIAL TEÓRICO 20
2.1 A INFLUÊNCIA GREGA 20
2.2 A INFLUÊNCIA DE HEIDEGGER 23
2.3 A INFLUÊNCIA DE MARCUSE 25
2.4 A TEORIA CRÍTICA DA TECNOLOGIA DE FEENBERG 27
2.5 CÓDIGO TÉCNICO 29
2.6 FORMAÇÃO CRÍTICO-REFLEXIVA DE PROFESSORES DIANTE DAS IAG 31
3 REFERENCIAL METODOLÓGICO 33
3.1 ESTUDO DE CASO QUALITATIVO 34
3.1.1 O Ciclo de Análise de Dados Qualitativos: Perspectiva Teórica 35
3.1.2 Operacionalização da Análise e o Papel das Categorias Analíticas 37
3.2 HERMENÊUTICA CRÍTICA: FUNDAMENTO DAS CATEGORIAS 39
3.3 CATEGORIAS ANALÍTICAS PARA O ESTUDO DA CRITICIDADE 41
3.4 CONTEXTO E SUJEITOS 45
3.5 PERCURSO FORMATIVO 46
3.6 INSTRUMENTOS DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS 53
3.6.1 Banco de questões em escala Likert 54
3.6.2 Materiais produzidos 59
3.6.3 Registros das reuniões 62
4 RESULTADOS E ANÁLISE 65
4.1 NOS QUESTIONÁRIOS DE CONCEPÇÕES 65
4.1.1 Questionário Inicial 65
4.1.2 Questionário Final 82
4.2 MATERIAIS PRODUZIDOS PELOS LICENCIANDOS 103
4.2.1 Na Tarefa 1 - Exemplos para a TCT 104
4.2.2 Na Tarefa 2 - Experiência de planejamento com IA 112
4.2.3 Na Tarefa 3 - Primeiro plano de aula 125
4.2.4 Na Tarefa 4 - Relatórios semestrais do PIBID 136
4.3 REGISTROS DOS ENCONTROS 153
4.3.1 Encontro 1 153
4.3.2 Encontro 2 154
4.3.3 Encontro 3 157
4.3.4 Encontro 4 163
4.3.5 Encontro 5 170
4.3.6 Encontro 6 173
4.3.7 Encontro 7 178
4.3.8 Encontro 8 183
4.3.9 Encontro 9 189

5 DISCUSSÃO FINAL.....198
Referências.....214
APÊNDICE A - MAPA MENTAL “COMEÇANDO PELO PRINCÍPIO”..... 220
APÊNDICE B - MAPA MENTAL “TRÊS HISTÓRIAS DE CASO”..... 221
APÊNDICE C - MAPA MENTAL “TEORIA CRÍTICA DA TECNOLOGIA”.....222
APÊNDICE D - MAPA MENTAL “PRÓLOGO: FIASCO DA FUSÃO FRIA”..... 223
APÊNDICE E - MAPA MENTAL “DISTINGUIR CIÊNCIA E TECNOLOGIA”.....224
APÊNDICE F - MAPA MENTAL “DOIS CRITÉRIOS”..... 225
APÊNDICE G - MAPA MENTAL “TECNOLOGIA E SOCIEDADE”.....226
APÊNDICE H - MAPA MENTAL “DIFERENCIAÇÃO E TRADUÇÃO”.....227
APÊNDICE I - MAPA MENTAL “CIDADANIA TÉCNICA”..... 228
APÊNDICE J - MAPA MENTAL “CONSTRUTIVISMO CRÍTICO”.....229
APÊNDICE K - MAPA MENTAL “RACIONALIZAÇÃO DEMOCRÁTICA”..... 230
APÊNDICE L - CRONOGRAMA INICIAL DA PESQUISA..... 231
APÊNDICE M - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)... 232
APÊNDICE N – AFIRMAÇÕES USADAS NO QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES... 235
APÊNDICE O – ENUNCIADOS DAS TAREFAS FORMATIVAS.....239

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a presença das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no campo educacional intensificou-se, modificando práticas de ensino, formas de acesso ao conhecimento e modos de interação entre professores e estudantes. Ambientes virtuais de aprendizagem, simuladores, plataformas adaptativas, vídeos interativos e recursos móveis passaram a compor o cotidiano escolar e universitário, inclusive no Ensino de Física (EF), área historicamente marcada pela incorporação de tecnologias voltadas à visualização de fenômenos, modelagem e experimentação mediada por computador (Leonel; Vidmar; Pastorio, 2021). Nesse cenário, a docência passa a ser exercida em contextos progressivamente atravessados por mediações técnicas diversas, exigindo novas formas de organização pedagógica e novas competências profissionais.

Mais recentemente, a difusão pública das inteligências artificiais generativas (IAG), intensificada a partir do final de 2022 com o lançamento do ChatGPT ao público aberto, introduziu uma inflexão relevante nesse processo (UNESCO, 2024). Em sentido amplo, a inteligência artificial (IA) abrange sistemas desenvolvidos para realizar tarefas como reconhecimento de padrões, classificação, previsão, recomendação, processamento de linguagem natural, geração de conteúdos e apoio à tomada de decisões. Trata-se, portanto, de um campo mais extenso do que as interfaces conversacionais popularmente associadas à IA.

No interior desse campo, as IAG distinguem-se pela capacidade de produzir novos conteúdos, como textos, imagens, áudios, vídeos e códigos computacionais, a partir de instruções formuladas pelos usuários. Entre elas, ganharam especial visibilidade os modelos de linguagem de grande escala, disponibilizados por meio de interfaces conversacionais como ChatGPT, Gemini e Copilot[1]. Esses sistemas passaram a ser utilizados no planejamento docente, na elaboração de exercícios, na síntese de conteúdos e na revisão de materiais educacionais, combinando possibilidades de personalização e redução de carga de trabalho com limitações relativas à confiabilidade, à opacidade, à autoria, à reprodução de vieses e à avaliação da qualidade das respostas (Farrokhnia et al., 2023).

Embora o percurso formativo tenha incluído discussões mais amplas sobre tecnologias digitais, sistemas algorítmicos e diferentes aplicações da IA, o recorte empírico desta pesquisa

[1] ChatGPT, Gemini e Copilot são denominações comerciais de serviços de inteligência artificial conversacional mantidos, respectivamente, pela OpenAI, pelo Google e pela Microsoft. Essas denominações não correspondem necessariamente a um único modelo de linguagem, pois designam interfaces e ecossistemas que podem incorporar diferentes modelos, recursos e modalidades de acesso, sujeitos a atualizações ao longo do tempo. Neste trabalho, são mencionadas apenas como exemplos de interfaces por meio das quais os usuários acessam sistemas de IA generativa.

concentra-se predominantemente nas interações dos licenciandos com sistemas de IA generativa de texto acessados por interfaces conversacionais. Essa delimitação decorre da centralidade assumida por essas ferramentas nas tarefas de planejamento, na produção de materiais e nas discussões sobre autoria, confiabilidade, validação conceitual e mediação docente. Assim, quando o texto se referir à IA em sentido amplo, estará tratando do fenômeno sociotécnico geral; quando discutir as experiências práticas e os materiais gerados pelos participantes, a referência será, salvo indicação contrária, às IA generativas de texto.

No âmbito da formação inicial de professores, essas transformações assumem particular importância. Licenciandos ingressam na profissão em um contexto no qual sistemas automatizados já integram atividades acadêmicas e rotinas de planejamento, muitas vezes antes da consolidação de repertórios pedagógicos próprios. No caso específico da Licenciatura em Física, isso implica tensionar não apenas o domínio conceitual dos conteúdos científicos, mas também a capacidade de selecionar tecnologias, formular solicitações, avaliar respostas, identificar erros e recontextualizar materiais segundo objetivos educacionais consistentes. Em outras palavras, a questão não se restringe a aprender a operar ferramentas digitais, mas envolve compreender como esses sistemas influenciam práticas pedagógicas, relações de autoria e autoridade e formas de produção do conhecimento escolar (Kenski, 2020).

Dessa forma, o debate sobre inteligência artificial na educação ultrapassa uma dimensão estritamente técnica e assume caráter político-pedagógico. Discutir IA envolve examinar quais valores orientam seu uso, quem controla seus modos de funcionamento, quais dependências podem ser reforçadas e que papel permanece reservado ao professor em ambientes crescentemente automatizados. Torna-se, portanto, necessário investigar processos formativos que favoreçam não apenas competências operacionais, mas também posturas reflexivas e críticas diante dessas tecnologias. É nesse horizonte que se insere a presente pesquisa, ao problematizar a criticidade de professores em formação frente às inteligências artificiais.

Embora a literatura recente sobre IA na educação tenha crescido de forma acelerada, parcela significativa dessas publicações concentra-se nos ganhos operacionais proporcionados pelas ferramentas digitais, como agilidade na produção de materiais, personalização de atividades, automatização de *feedbacks* e otimização do planejamento docente (Cardoso et al., 2023). Ainda que tais contribuições sejam relevantes, observa-se menor incidência de estudos que problematizam, de forma mais aprofundada, as dimensões críticas envolvidas nesse processo, tais como os valores incorporados aos sistemas, os limites epistemológicos das

respostas geradas, a dependência tecnológica e os efeitos da automação sobre a autonomia profissional docente. Em muitos casos, a tecnologia aparece como solução previamente legitimada, e não como objeto de investigação pedagógica.

No campo específico da formação inicial de professores de Física, essa lacuna torna-se ainda mais evidente. São menos frequentes pesquisas que articulem experiências concretas de uso de IA com referenciais teóricos capazes de interpretar tecnologia como fenômeno social, histórico e político. Também permanecem relativamente escassos os estudos voltados a licenciandos que examinem como futuros docentes negociam tensões entre eficiência técnica, mediação pedagógica, criticidade e responsabilidade epistemológica no uso dessas ferramentas (Leonel; Vidmar; Pastorio, 2021). Tal ausência é relevante, pois o ingresso na docência tende a ocorrer justamente em um cenário marcado pela expansão dessas tecnologias no cotidiano escolar.

Diante desse quadro, a presente investigação justifica-se em três planos complementares entre si. No plano social, contribui para o debate sobre formação de professores capazes de atuar de modo crítico em contextos tecnologicamente mediados. No plano acadêmico, busca ampliar a produção sobre inteligência artificial na educação a partir de uma abordagem ancorada na Teoria Crítica da Tecnologia (TCT). No plano profissional, pretende oferecer subsídios para processos formativos que não reduzam o professor a executor de soluções automatizadas, mas o reconheçam como sujeito intelectual capaz de selecionar, reinterpretar e reconfigurar tecnologias segundo finalidades educacionais socialmente relevantes (Feenberg, 2015).

O referencial teórico desta pesquisa tem como eixo central a TCT desenvolvida por Andrew Feenberg, autor que compreende a tecnologia não como esfera neutra e autônoma, mas como construção social atravessada por disputas, valores e interesses historicamente situados (Feenberg, 2015). Em oposição a perspectivas deterministas ou estritamente instrumentais, Feenberg argumenta que os sistemas técnicos incorporam escolhas políticas e culturais desde sua concepção, razão pela qual a análise da tecnologia exige atenção às relações de poder inscritas em seus desenhos, usos e formas de circulação social. Tal perspectiva mostra-se particularmente fecunda para problematizar a crescente presença de inteligências artificiais em contextos educacionais.

Entre os conceitos mobilizados pelo autor, destaca-se a crítica à neutralidade tecnológica. Sob essa ótica, artefatos e sistemas técnicos não podem ser entendidos apenas como ferramentas cujo impacto depende exclusivamente do usuário, pois carregam pressupostos sobre eficiência, controle, produtividade e organização social (Feenberg, 2002).

Também assume centralidade a noção de ambivalência tecnológica, segundo a qual uma mesma tecnologia pode produzir efeitos emancipatórios ou opressivos conforme os arranjos sociais em que é desenvolvida e apropriada. Aplicado à educação, esse entendimento permite reconhecer que a IA pode tanto ampliar possibilidades pedagógicas quanto reforçar desigualdades, dependências e formas acríticas de automatização.

Outro conceito relevante é o de código técnico, entendido como o conjunto de valores e racionalidades incorporados ao desenho dos sistemas tecnológicos, frequentemente naturalizados como se fossem decisões puramente técnicas (Feenberg, 2015). No caso das plataformas educacionais e das inteligências artificiais generativas, isso implica questionar quais concepções de ensino, aprendizagem, avaliação e eficiência estão embutidas em seus modos de funcionamento. Associada a essa discussão, a ideia de democratização da tecnologia indica que os sujeitos afetados pelos sistemas técnicos devem participar de sua orientação social, reinterpretando usos e tensionando modelos impostos de cima para baixo. No campo educacional, essa chave analítica recoloca professores e estudantes como agentes ativos, e não como meros consumidores de soluções digitais prontas.

A teoria de Feenberg também diferencia instrumentalização primária e instrumentalização secundária. A primeira refere-se ao processo de abstração funcional que transforma objetos e práticas em elementos manipuláveis; a segunda diz respeito à reinserção desses elementos em contextos sociais concretos, nos quais podem ser ressignificados e reapropriados (Feenberg, 2002). A partir dessa leitura, a criticidade docente é compreendida, nesta pesquisa, como a capacidade de interpretar, tensionar, selecionar e reconfigurar tecnologias segundo finalidades pedagógicas contextualizadas. Assim, mais do que dominar operacionalmente ferramentas digitais, espera-se que professores em formação desenvolvam condições de julgar limites, potencialidades e implicações sociotécnicas do uso da inteligência artificial no ensino de Física.

A incorporação acelerada das IA ao campo educacional tem ocorrido, em muitos casos, de forma mais rápida do que a consolidação de debates pedagógicos capazes de orientar criticamente seu uso (Parreira; Lehman; Oliveira, 2021). Ferramentas generativas já são mobilizadas para planejamento de aulas, elaboração de exercícios, síntese de conteúdos e apoio ao estudo, enquanto professores em formação ainda constroem seus referenciais sobre docência, currículo e mediação pedagógica. Nesse contexto, emerge um problema central: de que modo futuros professores compreendem a IA e em que medida são capazes de reorganizar criticamente suas concepções após participar de um percurso formativo orientado por discussões teóricas e experiências práticas de uso, especialmente diante de uma tecnologia

que pode atuar como assistente para professores e tutor virtual para estudantes, mas que também impõe desafios relacionados à produção de informações incorretas, à integridade acadêmica e à necessidade de formação específica para seu uso educacional (Lo, 2023).

No caso específico da formação inicial em Física, tal problema assume contornos particulares. Trata-se de uma área em que recursos tecnológicos historicamente ocupam papel relevante, seja por meio de experimentação mediada, simulações computacionais ou modelagens digitais. A chegada das IA, portanto, não inaugura o debate tecnológico, mas o reconfigura ao introduzir sistemas capazes de produzir linguagem, sugerir decisões e automatizar parcialmente tarefas tradicionalmente vinculadas ao professor. Investigar como licenciandos interpretam esse cenário permite compreender não apenas adesões e resistências, mas também deslocamentos conceituais, tensões persistentes e possibilidades formativas abertas por esse novo contexto sociotécnico (Leonel; Vidmar; Pastorio, 2021).

Diante disso, esta pesquisa organiza-se a partir das seguintes questões investigativas:

Q1. Quais concepções sobre tecnologia e inteligência artificial, com ênfase nas IA generativas de texto, os licenciandos manifestam ao longo do percurso formativo?

Q2. Que deslocamentos, permanências e ambiguidades são observados nas compreensões dos participantes ao longo do percurso formativo?

Q3. Como os licenciandos interpretam, tensionam, selecionam e reconfiguram tecnologias nas tarefas, nos planos de aula e nos demais materiais produzidos?

Q4. Quais limites, potencialidades e tensões permanecem ao final do processo formativo?

O objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar manifestações e deslocamentos na criticidade de licenciandos em Física frente às inteligências artificiais, com ênfase no uso educacional de sistemas de IA generativa de texto, considerando suas implicações sociais, culturais e pedagógicas à luz da TCT de Feenberg. Parte-se do entendimento de que a formação docente contemporânea demanda não apenas domínio operacional de ferramentas digitais, mas também capacidade de compreender seus condicionantes sociais, limites pedagógicos e implicações ético-políticas. Nesse sentido, a noção de criticidade adotada neste trabalho relaciona-se à possibilidade de interpretar, tensionar e reconfigurar tecnologias segundo finalidades educacionais contextualizadas, superando perspectivas estritamente instrumentais de uso técnico (Feenberg, 2015). Para alcançar esse objetivo geral, definiram-se como objetivos específicos:

(a) identificar e interpretar as concepções dos licenciandos acerca da tecnologia e da inteligência artificial, com atenção particular às IA generativas de texto;

(b) desenvolver e analisar um percurso formativo vinculado ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), orientado por discussões críticas sobre tecnologia, inteligência artificial e docência;

(c) examinar tarefas, planos de aula, comandos, respostas algorítmicas e demais produções elaboradas pelos participantes; e

(d) interpretar os resultados empíricos a partir das categorias analíticas da Teoria Crítica da Tecnologia;

A presente investigação insere-se no campo das abordagens qualitativas, uma vez que busca compreender sentidos, interpretações e deslocamentos conceituais produzidos por sujeitos em processo formativo, em vez de testar relações causais por meio de variáveis isoladas. Em pesquisas educacionais voltadas a fenômenos complexos e situados, a abordagem qualitativa mostra-se especialmente adequada por permitir atenção às interações, aos contextos institucionais e às múltiplas dimensões envolvidas na prática pedagógica (Flick, 2009). No caso desta dissertação, interessava compreender como licenciandos em Física interpretam e reelaboram suas concepções sobre inteligência artificial ao longo de uma experiência formativa específica.

Como estratégia metodológica, adotou-se o estudo de caso, entendido como investigação aprofundada de um fenômeno contemporâneo inserido em seu contexto real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não se apresentam de forma claramente definidos (Yin, 2016). Tal escolha justifica-se porque a criticidade frente às IA não pode ser adequadamente compreendida fora das condições concretas em que emerge, isto é, no interior de um grupo de formação inicial, atravessado por trajetórias acadêmicas, discussões coletivas, exigências institucionais e experiências práticas de docência. Assim, mais do que medir atitudes isoladas, buscou-se examinar processos formativos em sua complexidade contextual.

O caso investigado correspondeu a um grupo de licenciandos em Física vinculados ao PIBID da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), participantes de um percurso formativo específico voltado à problematização crítica da tecnologia e da IA. A escolha desse caso decorre de seu potencial analítico, uma vez que reúne futuros professores inseridos simultaneamente em discussões universitárias sobre docência e em experiências concretas de atuação escolar. Tal configuração tornou possível observar como concepções teóricas, demandas práticas e mediações tecnológicas se articulam no processo de formação docente (Creswell, 2021).

A organização e o tratamento dos dados dialogaram com o ciclo de cinco fases proposto por Yin (2016), envolvendo compilação, desagrupamento, reagrupamento, interpretação e conclusão, bem como com o princípio de manutenção de uma cadeia de evidências. Yin fornece, assim, a estrutura organizacional do estudo de caso e dos movimentos analíticos. A hermenêutica crítica, fundamentada em Ricoeur (2014) e Habermas (1987), opera como motor interpretativo para a compreensão dos sentidos e o desvelamento de ideologias, naturalizações e racionalidades instrumentais. As categorias da TCT de Feenberg (2015), por sua vez, orientam a tradução desses sentidos para problemas como neutralidade tecnológica, ambivalência, valores e pressupostos técnicos, democratização, instrumentalização e automação docente. Desse modo, as diferentes fontes foram articuladas e contrastadas, sem atribuir a Yin a fundamentação das interpretações sobre IA ou criticidade.

Os resultados desta investigação indicam a presença de deslocamentos parciais nas concepções dos licenciandos ao longo do percurso formativo. Em diferentes momentos da pesquisa, observaram-se sinais de afastamento de compreensões estritamente instrumentais da tecnologia, nas quais ferramentas digitais eram vistas apenas como recursos neutros de apoio ao ensino. Em seu lugar, emergiram interpretações mais complexas, sensíveis aos condicionantes sociais, pedagógicos e organizacionais envolvidos no uso das inteligências artificiais em contextos educativos (Feenberg, 2015).

Também se observou que os participantes passaram a reconhecer, com maior frequência, potencialidades pedagógicas associadas à IA, especialmente no planejamento de aulas, na produção de materiais didáticos e na ampliação de repertórios metodológicos. Ao mesmo tempo, tornaram-se mais recorrentes preocupações relativas à confiabilidade das respostas geradas, à necessidade de validação conceitual por parte do professor, aos riscos de dependência excessiva e aos limites da automação em processos de ensino e aprendizagem. Tais resultados sugerem que a aproximação crítica com a tecnologia não implicou rejeição automática, mas uma leitura mais criteriosa de seus usos possíveis (Cardoso et al., 2023).

Apesar desses avanços, a análise também revelou ambiguidades e contradições persistentes. Em alguns materiais e falas, concepções críticas coexistiram com expectativas tecnicistas, idealizações sobre eficiência automatizada ou compreensões ainda pouco problematizadas acerca do papel docente frente às plataformas inteligentes. Isso indica que a criticidade não se consolida de modo linear ou homogêneo, mas tende a constituir-se como processo gradual, atravessado por tensões entre repertórios anteriores e novas elaborações conceituais (Flick, 2009).

De forma geral, os achados apontam que propostas formativas críticas mostram-se promissoras quando articulam estudo teórico, experimentação prática e reflexão situada sobre problemas concretos da docência. Mais do que ensinar o uso técnico de ferramentas emergentes, a formação inicial parece ganhar consistência quando possibilita aos futuros professores interpretar tecnologias, questionar seus limites e reposicionar pedagogicamente seu emprego. Nesse sentido, a inteligência artificial pode tornar-se objeto relevante de formação docente, desde que inserida em processos educativos orientados por autonomia crítica e mediação humana qualificada (Leonel; Vidmar; Pastorio, 2021).

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. No primeiro, apresenta-se a introdução, na qual são explicitados o problema de pesquisa, a justificativa, os objetivos, as questões investigativas e a relevância do estudo no contexto da formação inicial de professores, diante da expansão das IA no campo educacional (Cardoso et al., 2023). O segundo, reúne o referencial teórico, com destaque para a Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg e para estudos contemporâneos sobre tecnologia, docência e educação em Ciências, constituindo a base conceitual que orienta a investigação (Feenberg, 2015).

O terceiro capítulo descreve o percurso metodológico adotado, detalhando a abordagem qualitativa, o estudo de caso, o contexto investigado, os instrumentos de constituição de dados e os procedimentos de análise empregados (Yin, 2016). Já o quarto capítulo apresenta os resultados e discussões, organizados a partir da análise dos questionários, dos registros dos encontros formativos e das tarefas produzidas pelos participantes, em diálogo com as categorias analíticas do estudo. Por fim, o quinto capítulo reúne as considerações finais, nas quais são retomados os principais achados da pesquisa, suas limitações e possíveis contribuições para a formação inicial de professores em tempos de inteligência artificial. Embora Leonel, Vidmar e Pastorio (2021) discutam a integração das TDIC em sentido amplo, suas contribuições oferecem base para situar esse debate no campo do Ensino de Física.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão dos impactos da IA no EF e na formação docente torna importante um referencial que supere a visão puramente instrumental da técnica. Para este fim, esta dissertação fundamenta-se na Teoria Crítica da Tecnologia (TCT) de Andrew Feenberg. O objetivo deste capítulo é situar a técnica, não como um conjunto de ferramentas neutras, mas como um terreno de disputa política, social e cultural. A escolha pela TCT justifica-se pela capacidade de analisar a ambivalência tecnológica, reconhecendo que, embora as tecnologias digitais possam ser utilizadas como instrumentos de controle e automação, também guardam um potencial para a democratização da tecnologia e para a emancipação dos sujeitos envolvidos no processo educativo (Feenberg, 2017; Sampaio Junior, 2022).

A construção teórica de Feenberg é fruto de uma síntese crítica que resgata conceitos da filosofia grega e dialoga com importantes pensadores do século XX. Nas seções a seguir, exploraremos como a distinção entre *episteme* e *techne* na Grécia Antiga estabelece os primeiros valores e pressupostos técnicos da civilização ocidental, contrastando com a visão de neutralidade tecnológica que impera na modernidade. Em seguida, analisaremos a influência de Martin Heidegger e sua fala sobre o enquadramento da natureza como fundo de reserva, o que permite compreender a instrumentalização primária e os riscos da automação e o papel docente em uma sociedade cada vez mais tecnificada (Heidegger, 2007; Feenberg, 2005).

Avançaremos para a contribuição de Herbert Marcuse, cuja crítica à razão instrumental e à sociedade unidimensional politiza o debate técnico e fundamenta a necessidade de uma transformação da vida cotidiana escolar através da intervenção nos *designs* técnicos. Por fim, consolidamos a proposta de Feenberg por meio dos conceitos de instrumentalização secundária e código técnico. Estes elementos permitiram identificar como as escolhas de *design* nas IA não são apenas técnicas, mas decisões que carregam impactos sociais e culturais profundos, exigindo que o professor em formação desenvolva uma postura crítica para mediar a tecnologia de forma democrática e consciente (Rodrigues; Rodrigues, 2023).

2.1 A INFLUÊNCIA GREGA

A análise crítica da tecnologia proposta por Andrew Feenberg (2015) não se inicia na modernidade, mas busca na filosofia grega clássica os fundamentos para compreender a

relação entre o ser humano, o conhecimento e o fazer técnico. O ponto de partida é a distinção aristotélica entre *episteme* (o conhecimento científico/teórico) e *techne* (o conhecimento prático/arte). Na Grécia Antiga, a *techne* era compreendida como uma forma de "trazer à presença" (*poiesis*), um processo em que o artesão não era um mero executor de tarefas, mas um mediador para que uma forma latente se manifestasse no mundo (Feenberg, 2005; Sampaio Junior, 2022). Sob essa ótica, a técnica nunca foi vista como algo isolado da vida social, o que desmistifica, desde a raiz, a ideia contemporânea de neutralidade tecnológica (Feenberg, 2017; Norte, 2021). A *techne* operava como um elo na transformação da vida cotidiana, onde cada objeto produzido carregava um sentido que ligava o produtor à sua comunidade.

Diferente da visão instrumentalista que reduz a tecnologia a um conjunto de ferramentas inertes e universais, a *techne* grega possuía uma dignidade ontológica vinculada ao seu *telos* (fim específico). O artesão clássico, como um carpinteiro ao fabricar uma mesa ou outro profissional de execução, não impunha uma vontade arbitrária sobre a madeira; ele respeitava as propriedades do material e a finalidade social daquele objeto na polis (Feenberg, 2015; Feenberg, 2017). É neste ponto que identificamos os valores e pressupostos técnicos originários: o "bom *design*" era aquele que cumpria sua função ética e social. Um exemplo cotidiano dessa diferença pode ser observado na distinção entre o artesanato e a produção industrial em massa: enquanto o artesão "revela" a peça considerando o contexto e a durabilidade, a indústria muitas vezes ignora as particularidades do material em prol de uma eficiência abstrata, o que altera profundamente os impactos sociais e culturais do consumo (Sampaio Junior, 2022; Nascimento; Souza, 2023).

Feenberg (2005) ressalta que a modernidade promoveu a descontextualização do objeto técnico, o que ele define posteriormente como um aspecto da instrumentalização primária. Na ciência moderna de Galileu e Newton, a natureza foi "mecanizada", sendo destituída de suas qualidades secundárias, como valor, sentido e propósito, para ser reduzida a grandezas matemáticas e forças físicas (Feenberg, 2002; Feenberg, 2017). Esse processo é o que sustenta o mito da neutralidade tecnológica, pois faz parecer que a técnica opera em um vácuo ético. Na prática, esse pressuposto permite que um desenvolvedor contemporâneo crie um algoritmo de IA focado exclusivamente na "otimização de cliques" ou na "eficiência de dados", ignorando que esses critérios técnicos são, na verdade, valores políticos que geram desinformação ou controle social (Feenberg, 2015; Rodrigues; Rodrigues, 2023).

Outro conceito importante para a discussão é o de *peras* (limite). Para o pensamento clássico, a perfeição de uma obra estava ligada à sua adequação ao propósito humano e ao

reconhecimento de suas fronteiras. No cenário atual, todavia, a tecnologia opera sob uma lógica de eficiência sem limites, o que Feenberg denomina como a "autonomia do técnico" (Feenberg, 2017; Sampaio Junior, 2022). No contexto educacional, esse desregramento manifesta-se na tendência de reduzir a aprendizagem a um processo de automação de conteúdos, onde o sucesso escolar é medido apenas por métricas de desempenho em plataformas digitais. Conforme apontado por Sampaio Junior (2022), essa lógica desconsidera que a educação é um processo social complexo que não se limita à entrega eficiente de informações. Ao priorizar a automação em detrimento da mediação, compromete-se o papel docente, pois o professor deixa de ser o sujeito da *techne,* responsável por orientar a revelação do conhecimento, para se tornar um mero facilitador de sistemas cujos pressupostos técnicos ele não domina (Sampaio Junior, 2022; Rodrigues; Rodrigues, 2023).

Portanto, a matriz grega permite apontar que a tecnologia moderna não constitui um desdobramento inevitável da racionalidade, mas resulta de uma escolha histórica que promoveu a cisão entre técnica e sentido humano. À luz da TCT, essa ruptura pode ser reinterpretada como um processo de descontextualização que obscurece os valores e interesses inscritos nos sistemas técnicos, reforçando a ideologia da neutralidade tecnológica (Feenberg, 2015). Estudos recentes no campo da Educação em Ciências indicam que essa naturalização da tecnologia ainda persiste, contribuindo para a legitimação de formas de dominação simbólica e epistemológica no ambiente educacional (Sampaio Junior, 2022). Nesse sentido, a recuperação da *techne* como prática situada não implica um retorno ao passado, mas a abertura de um horizonte crítico no qual a tecnologia volta a ser compreendida como construção social atravessada por disputas, valores e interesses.

No contexto do EF, essa discussão adquire centralidade ao evidenciar que a incorporação de tecnologias digitais e IA tem ocorrido, em muitos casos, sob uma lógica predominantemente instrumental. Pesquisas recentes apontam que a IA tende a ser mobilizada com foco na automação, na mensuração de desempenho e na eficiência dos processos educativos, frequentemente desconsiderando a complexidade das relações pedagógicas e os aspectos formativos mais amplos (Soares; Oliveira; Echalar, 2026). Esse movimento contribui para uma reconfiguração do papel docente, aproximando-o de uma função operativa, na qual o professor atua como mediador técnico de sistemas previamente estruturados, em detrimento de sua condição de sujeito crítico da prática pedagógica.

Entretanto, a literatura contemporânea também indica que essa não é uma condição inevitável. Ao contrário, há um crescente reconhecimento de que a tecnologia na educação deve ser compreendida em sua dimensão política e pedagógica, exigindo uma abordagem

crítica que articule conhecimento técnico, reflexão ética e mediação docente (Araújo, 2020; Sampaio Junior, 2022). Nessa perspectiva, o conceito de *peras* pode ser reinterpretado como fator para problematizar os limites do uso tecnológico na educação. Trata-se de reconhecer que a incorporação de sistemas de IA deve ser orientada por critérios que transcendam a eficiência técnica, incluindo considerações sobre autonomia, formação crítica e justiça social.

Dessa forma, a criticidade frente às IA não se restringe ao domínio operacional de ferramentas, mas envolve a capacidade de compreender e intervir nos pressupostos técnicos que orientam seu funcionamento. Como apontam estudos recentes, os algoritmos educacionais não são neutros, mas incorporam escolhas políticas que podem reforçar desigualdades ou promover formas mais democráticas de acesso ao conhecimento (Fiorucci et al., 2025; Rodrigues; Rodrigues, 2025). Nesse sentido, a democratização da tecnologia, conforme proposta por Feenberg (2015), emerge como condição fundamental para a reapropriação da *techne* no contexto educacional, devolvendo ao professor sua agência como sujeito capaz de interpretar, questionar e reconfigurar os sistemas técnicos em função de finalidades pedagógicas emancipadoras.

2.2 A INFLUÊNCIA DE HEIDEGGER

Enquanto a herança grega foca na *techne* como uma forma de criação artesanal, Martin Heidegger desloca a discussão para a dimensão ontológica, argumentando que a essência da tecnologia moderna não é, de forma alguma, algo tecnológico, mas sim um modo de revelação da verdade (Feenberg, 2017). Para Heidegger (2007), a tecnologia moderna não se limita ao desenvolvimento de máquinas; ela constitui uma forma de desafiar a natureza, exigindo que esta se apresente como um fundo de reserva (*Bestand*), ou seja, como um recurso disponível para ser estocado, transformado e distribuído em nome da eficiência. Esse processo de descontextualização e redução da natureza a um objeto de controle é o que Feenberg identifica como a base da instrumentalização primária, o momento em que os impactos sociais e culturais são ignorados em favor do pressuposto técnico da disponibilidade (Feenberg, 2002; Feenberg, 2017).

Este conceito de fundo de reserva pode ser observado no cotidiano contemporâneo através do uso do *Big Data*, ou seja, de conjuntos massivos de dados adquiridos por empresas através do uso de seus produtos. Quando navegamos na *internet*, nossos gostos, tempo de tela e interações não são vistos como expressões da nossa subjetividade humana, mas como dados a serem minerados e processados pelas IA. Nós mesmos, enquanto usuários, passamos a ser o

fundo de reserva para os algoritmos, em um processo de transformação da vida cotidiana que prioriza a coleta de informações sobre a experiência vivida (Rodrigues; Rodrigues, 2023). Como afirma Heidegger de maneira contundente:

> *"A revelação que domina a técnica moderna tem o caráter de um interpelar, no sentido de um desafio. Esse desafio acontece por se liberar a energia escondida na natureza; o liberado é transformado; o transformado é acumulado; o acumulado é, de novo, distribuído; o distribuído é, de novo, comutado."* (Heidegger, 2007, p. 19).

Para descrever esse modo de revelação que enclausura o homem moderno, Heidegger utiliza o termo *Gestell* (comumente traduzido como Armação ou Enquadramento). O *Gestell* é a essência da tecnologia que nos impede de ver o mundo de outra forma que não seja como recurso para otimização (Feenberg, 2005; Norte, 2021). No contexto do EF, o *Gestell* manifesta-se quando o laboratório de ciências deixa de ser um lugar de espanto e descoberta sobre os fenômenos da natureza e passa a ser visto apenas como um espaço para validar expressões e otimizar resultados métricos. Esse cenário evidencia como a automação e o pressuposto da eficiência moldam a cultura pedagógica (Sampaio Junior, 2022).

Feenberg (2015) absorve essa crítica de Heidegger, mas aponta o que considera ser o fatalismo do filósofo alemão. Heidegger sugere que a tecnologia é um destino sobre o qual não temos controle, sendo um perigo absoluto que se impõe à existência humana (Feenberg, 2017). Na esfera educacional, esse fatalismo pode ser observado em cenários onde a inserção da IA é tratada como um imperativo tecnológico inevitável; ou seja, a crença de que a estrutura pedagógica deve se adaptar passivamente à técnica. Tal percepção compromete o papel docente, retirando do professor sua agência política e o colocando como mero espectador de uma modernização técnica que parece avançar sob o pretexto da neutralidade tecnológica (Feenberg, 2002; Sampaio Junior, 2022). Feenberg, ao contrário, sustenta que, embora o enquadramento descreva a nossa realidade cultural, a tecnologia é marcada pela ambivalência tecnológica e pode ser renegociada por meio da ação política e democrática (Feenberg, 2015; Feenberg, 2017).

Portanto, a influência de Heidegger na TCT reside na compreensão de que a IA não é apenas um novo aplicativo, mas um novo modo de enquadramento que desafia a autonomia intelectual do professor e do aluno. Reconhecer esse perigo é o primeiro passo para a criticidade necessária, pois permite ao professor em formação questionar se o uso da IA na Física (e no seu ensino) está desafiando o aluno a pensar ou apenas automatizando o seu aprendizado como se fosse uma peça em um fundo de reserva informacional. A superação desse enquadramento exige que a democratização da tecnologia seja debatida no interior da

formação docente, para que a técnica sirva à revelação do mundo e não apenas ao seu processamento estatístico (Sampaio Junior, 2022; Norte, 2021).

2.3 A INFLUÊNCIA DE MARCUSE

Se Heidegger forneceu a base ontológica para a crítica da técnica, foi Herbert Marcuse quem politizou esse debate, exercendo a influência mais direta sobre a formulação da TCT de Feenberg. Marcuse (2015) argumenta que, nas sociedades industriais avançadas, a tecnologia deixa de ser um conjunto de instrumentos neutros para se tornar um sistema de dominação que molda o comportamento e o pensamento humano (Feenberg, 2002; Sampaio Junior, 2022). O conceito central aqui é o da razão instrumental: uma racionalidade que se preocupa exclusivamente com os meios e a eficiência, ignorando a discussão sobre os fins éticos e sociais da ação humana (Feenberg, 2017; Marcuse, 2015). Essa racionalidade é o que fundamenta a falsa percepção de neutralidade tecnológica, ao camuflar escolhas políticas sob a forma de soluções técnicas puras.

A grande contribuição de Marcuse, absorvida por Feenberg, é a denúncia de que a tecnologia é inerentemente política. Para Marcuse (2015), o *design* técnico não é um resultado puramente científico, mas uma decisão política cristalizada em máquinas e sistemas, o que estabelece os valores e pressupostos técnicos que guiarão o funcionamento da sociedade (Feenberg, 2005; Norte, 2021). Sobre a falsa neutralidade da técnica, Marcuse (2015, p. 172) afirma: "*A técnica, como tal, não pode ser isolada do uso que dela se faz; a sociedade tecnológica é um sistema de dominação que já opera no conceito e na construção das técnicas.*".

Este fenômeno manifesta-se no que Marcuse (2015) denomina de sociedade unidimensional. Nessa configuração, a racionalidade tecnológica não apenas organiza os meios de produção e comunicação, mas também estrutura as formas de pensamento e percepção dos sujeitos, reduzindo a possibilidade de crítica ao interior do próprio sistema (Feenberg, 2002). A unidimensionalidade não implica ausência de pensamento, mas sua conformação a um horizonte delimitado pela lógica da eficiência, da produtividade e da funcionalidade técnica. Assim, perspectivas que escapam dessa lógica tendem a ser marginalizadas, o que contribui para a naturalização das estruturas sociais vigentes.

Estudos recentes sobre algoritmos e cultura digital reforçam essa interpretação ao evidenciar que sistemas automatizados não apenas organizam informações, mas também influenciam práticas sociais e cognitivas. Beer (2017) argumenta que os algoritmos produzem

formas específicas de ordenamento social, nas quais critérios aparentemente técnicos incorporam decisões normativas. De modo convergente, Silveira (2019) demonstra que os sistemas algorítmicos operam a partir da coleta e processamento de dados em larga escala, orientando comportamentos e preferências com base em interesses econômicos e políticos, o que reforça a necessidade de compreendê-los como construções sociotécnicas e não como ferramentas neutras.

Um exemplo cotidiano dessa unidimensionalidade pode ser observado na aceitação acrítica de algoritmos de recomendação em redes sociais e plataformas digitais. O usuário tende a interpretar as sugestões como respostas eficientes às suas preferências, sem questionar os critérios que estruturam tais recomendações. No entanto, pesquisas indicam que esses sistemas priorizam conteúdos capazes de maximizar engajamento e retenção, frequentemente restringindo a diversidade informacional e reforçando padrões de consumo repetitivos (Silveira, 2019; Gillespie, 2018). Nesse sentido, a conveniência da recomendação técnica atua como mecanismo de ocultação dos valores incorporados no sistema.

Sob a perspectiva da TCT, esse processo evidencia como a tecnologia participa da produção de impactos sociais e culturais, não apenas refletindo, mas também reforçando determinadas formas de organização social. A limitação da capacidade do sujeito de pensar alternativas fora do *design* imposto não decorre de uma coerção explícita, mas de uma integração progressiva entre práticas cotidianas e sistemas técnicos que se apresentam como inevitáveis e eficientes (Feenberg, 2017). Assim, a unidimensionalidade contemporânea pode ser compreendida como resultado de uma instrumentalização que, ao mesmo tempo amplia as capacidades técnicas e restringe os horizontes críticos, reforçando a necessidade de desvelar os pressupostos políticos inscritos nas tecnologias digitais (Rodrigues; Rodrigues, 2023; Sampaio Junior, 2022).

No campo do EF, a influência de Marcuse permite identificar o risco da tecnocracia. Isso ocorre quando decisões pedagógicas complexas são delegadas a sistemas de IA sob a justificativa de objetividade. Marcuse alertaria que essa objetividade é ilusória, pois a IA apenas automatiza os valores de quem a programou, consolidando o que Feenberg (2015) chama de instrumentalização secundária, onde a técnica é integrada a um sistema de controle social. Um cenário hipotético que ilustra essa preocupação é a adoção de *softwares* de aprendizagem adaptativa que reduzem o EF a uma sequência de acertos e erros, ignorando que a automação e o papel docente são dimensões em conflito quando a eficiência técnica se sobrepõe à formação crítica (Feenberg, 2015; Sampaio Junior, 2022).

A relação entre Marcuse e Feenberg pode ser compreendida a partir da incorporação da noção de que a tecnologia, ao mesmo tempo em que opera como instrumento de dominação, também contém potencial para transformação social. Diferentemente da perspectiva mais ontológica de Heidegger, que tende a enfatizar o caráter estruturante e limitador da técnica, a abordagem de Marcuse introduz a dimensão política da racionalidade tecnológica, evidenciando sua vinculação com formas históricas específicas de organização social (Marcuse, 2015; Feenberg, 2002).

Nesse contexto, Feenberg desenvolve o conceito de ambivalência tecnológica, segundo o qual os sistemas técnicos não possuem um único destino, mas podem ser reconfigurados a partir da intervenção de diferentes atores sociais (Feenberg, 2017). Tal perspectiva permite compreender a tecnologia como campo de disputa, no qual valores e interesses podem ser incorporados ou transformados ao longo do processo de desenvolvimento e uso (Feenberg, 2015).

No âmbito da formação de professores, essa compreensão implica reconhecer que a criticidade frente às tecnologias, em especial às IA, não se reduz à sua aceitação ou rejeição, mas envolve a análise dos pressupostos técnicos que orientam o seu funcionamento. Isso inclui a identificação de valores incorporados nos sistemas, bem como a problematização de seus efeitos sobre a prática pedagógica e sobre a autonomia docente. Nessa direção, a democratização da tecnologia assume um papel central, ao propor que professores não apenas utilizem ferramentas digitais, mas participem ativamente de sua interpretação, adaptação e reconfiguração em função de objetivos educacionais mais amplos (Feenberg, 2015; Sampaio Junior, 2022).

2.4 A TEORIA CRÍTICA DA TECNOLOGIA DE FEENBERG

A TCT surge como uma tentativa de superação das visões tradicionais que dominam o debate sobre a técnica. Feenberg (2015) rejeita tanto o instrumentalismo, que enxerga a tecnologia como uma ferramenta puramente neutra, quanto o determinismo, que a vê como uma força autônoma e imparável que dita os rumos da civilização. Para o autor, a tecnologia é um processo social de luta e negociação, marcado pelo que ele denomina ambivalência tecnológica. Este conceito fundamental estabelece que a tecnologia possui uma natureza dual: ao mesmo tempo que pode servir como instrumento de dominação e controle, ela guarda em si o potencial para a emancipação e para novos arranjos sociais (Feenberg, 2002; Feenberg, 2017).

O núcleo da proposta de Feenberg (2015) reside na distinção entre dois níveis de constituição da tecnologia, denominados instrumentalização primária e instrumentalização secundária. A instrumentalização primária refere-se ao momento de descontextualização do objeto técnico, em que a natureza, os sujeitos ou os processos sociais são abstraídos de seus contextos originais e reduzidos a funções controláveis, calculáveis e disponíveis à operação técnica. É nesse estágio que a técnica parece despojada de valores, alimentando o mito da neutralidade tecnológica. No entanto, a tecnologia não se esgota nesta dimensão funcional. Como afirma Feenberg (2002, p. 175-176, tradução nossa), "uma definição completa deve mostrar como a orientação diante da realidade característica da tecnologia se combina com a realização da tecnologia no mundo social". Assim, o objeto técnico só se realiza plenamente quando passa pela instrumentalização secundária, isto é, pelo processo de reintegração da técnica ao mundo social e cultural. É nessa fase que os valores e pressupostos técnicos da sociedade são concretizados no *design*, moldando os impactos sociais e culturais que a tecnologia terá na vida cotidiana (Feenberg, 2005; Sampaio Junior, 2022).

Ao deslocar essa estrutura teórica para o Ensino de Física e para o uso educacional de sistemas de IA, esta pesquisa interpreta que a dimensão funcional e algorítmica desses sistemas não esgota sua constituição sociotécnica. Sua inserção escolar envolve finalidades pedagógicas, burocráticas e institucionais, nas quais se realizam processos de recontextualização. Embora Rodrigues e Rodrigues (2023) discutam tecnologias educacionais em sentido mais amplo, sua formulação oferece uma chave interpretativa para examinar, no contexto das IA generativas de texto, tanto possibilidades de automação que reduzem a agência docente quanto usos orientados à ampliação da investigação dos estudantes. Essa aplicação ao objeto empírico constitui, portanto, um deslocamento analítico realizado nesta dissertação à luz de Feenberg (2015), e não uma afirmação direta desses autores sobre todos os sistemas de IA.

Para Feenberg (2017), a transformação da vida cotidiana e a melhoria das condições educacionais dependem da democratização da tecnologia. Isso significa que o desenvolvimento técnico não deve ser decidido apenas por especialistas ou pelo mercado (tecnocracia), mas deve incluir a participação daqueles que são afetados por ele. No caso da formação de professores, a democratização implica que os docentes desenvolvam a criticidade necessária para participar da negociação sobre como a IA deve ser implementada, garantindo que os valores pedagógicos e éticos prevaleçam sobre a simples busca por produtividade (Norte, 2021).

Dessa forma, a TCT oferece o suporte teórico para investigar o papel docente frente às tecnologias, entendendo que o professor não está fadado a um destino técnico, mas um agente capaz de recontextualizar e dar novos sentidos às ferramentas de IA no Ensino de Ciências (EC). A transição para uma prática crítica exige, portanto, compreender os mecanismos internos que definem o que uma tecnologia é e o que ela faz, o que nos leva ao conceito de código técnico, a ser explorado na próxima seção (Feenberg, 2002; Sampaio Junior, 2022).

2.5 CÓDIGO TÉCNICO

O conceito de código técnico é, talvez, a ferramenta mais operacional da TCT discutida pela teoria de Feenberg (2015), pois permite identificar como os valores e pressupostos técnicos são inscritos no *design* das ferramentas. Feenberg (2015) define o código técnico como a tradução de interesses e requisitos sociais em especificações e normas técnicas. Isso significa que a escolha por um determinado *design* em detrimento de outro não é uma decisão puramente lógica ou científica, mas o resultado de uma hegemonia social que seleciona quais valores devem ser priorizados em uma tecnologia (Feenberg, 2002; Feenberg, 2015). Assim, o código técnico funciona como um elo invisível que une a estrutura técnica de um objeto aos objetivos políticos e econômicos do grupo que o concebeu, o que desconstrói definitivamente o mito da neutralidade tecnológica (Feenberg, 2017; Sampaio Junior, 2022).

A operacionalização do código técnico ocorre principalmente no estágio de instrumentalização secundária, momento em que a tecnologia, já descontextualizada em suas funções básicas, é reintegrada ao mundo social para servir a propósitos específicos. Como os códigos técnicos tendem a se tornar invisíveis uma vez que a tecnologia é aceita e disseminada, eles passam a ser percebidos como a única forma racional e eficiente de funcionamento. Esse fenômeno é o que Feenberg chama de paradoxo do óbvio: os valores sociais que moldaram a máquina estão escondidos em sua própria eficiência (Feenberg, 2015; Norte, 2021). Um exemplo cotidiano dessa dinâmica pode ser observado na interface de aplicativos de produtividade ou redes sociais, onde o código técnico prioriza a velocidade e o engajamento constante, transformando a vida cotidiana em um ciclo de estímulos técnicos que moldam o comportamento do usuário sem que este perceba os valores comerciais subjacentes (Feenberg, 2017; Rodrigues; Rodrigues, 2023).

No contexto educacional e, especificamente no EF, o código técnico das IA apresenta desafios profundos para o papel docente. Se o código de uma IA generativa for desenhado sob o pressuposto técnico da automação completa do aprendizado e da padronização de respostas,

estará refletindo um valor de eficiência burocrática que pode entrar em conflito com o tempo pedagógico e a subjetividade necessária para a construção do conhecimento científico. A automação, nesse caso, não é um efeito colateral, mas uma escolha de *design* que visa reduzir a complexidade da interação humana em favor de métricas de produtividade automatizadas (Sampaio Junior, 2022; Rodrigues; Rodrigues, 2023). Portanto, os impactos sociais e culturais da IA na escola são determinados pelo código técnico que dita se a ferramenta servirá para o controle do aluno ou para a sua emancipação intelectual (Feenberg, 2002; Norte, 2021).

A criticidade dos professores em formação frente às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) depende, portanto, da capacidade de decifrar esses códigos técnicos e reconhecer que a tecnologia é marcada pela ambivalência tecnológica. Compreender que as especificações de uma IA não são verdades absolutas, mas escolhas passíveis de crítica, abre caminho para a democratização da tecnologia dentro da sala de aula. A democratização ocorre quando os sujeitos envolvidos no processo educativo reivindicam o direito de intervir no uso e no sentido das ferramentas, propondo novos códigos que valorizem a autonomia docente e a reflexão crítica em vez da mera reprodução técnica (Feenberg, 2015; Feenberg, 2017). Para o licenciando em Física, entender o código técnico significa transitar de um usuário passivo para um agente capaz de mediar a técnica de forma ética e politicamente engajada, garantindo que a transformação da vida cotidiana escolar seja guiada por valores humanos e não apenas pela lógica do capital (Feenberg, 2002; Sampaio Junior, 2022).

2.6 FORMAÇÃO CRÍTICO-REFLEXIVA DE PROFESSORES DIANTE DAS IAG

A incorporação das IAG à formação de professores não pode ser reduzida ao domínio de procedimentos para obtenção de respostas ou à aprendizagem de técnicas de elaboração de *prompts*. Em uma perspectiva crítico-reflexiva, a formação precisa criar condições para que o futuro professor interprete os problemas indeterminados da prática, examine os critérios que orientam suas decisões e confronte os limites das soluções técnicas disponíveis. A reflexão-na-ação e a reflexão-sobre-a-ação, propostas por Schön (1983), contribuem para compreender o professor como profissional que produz conhecimento no enfrentamento de situações singulares, e não como mero aplicador de prescrições elaboradas externamente.

Entretanto, a reflexão profissional não é, por si só, garantia de criticidade. Zeichner (1993) adverte que abordagens reflexivas podem permanecer individualizadas e despolitizadas quando desconsideram as condições sociais, institucionais e históricas do trabalho docente. No caso das IAG, esse risco aparece quando a análise se restringe à qualidade imediata do texto gerado, sem interrogar a opacidade dos modelos, os interesses das empresas proprietárias, a concentração de infraestrutura, os regimes de dados, as formas de padronização pedagógica e os efeitos da automação sobre autoria, autonomia e intensificação do trabalho. A formação crítico-reflexiva exige, portanto, articular a experiência situada do professor às relações de poder que estruturam os sistemas técnicos.

A TCT amplia essa discussão ao mostrar que as tecnologias incorporam valores e racionalidades em seu *design*, mas permanecem abertas a disputas, apropriações e reconfigurações (Feenberg, 2015, 2017). Para a formação de professores de Física, isso implica uma dupla exigência: validar epistemicamente conteúdos, modelos, representações, simulações e problemas produzidos por IA; e interpretar criticamente os pressupostos pedagógicos e sociotécnicos que acompanham essas produções. O professor não se limita, assim, a verificar se uma resposta está correta, mas examina quais concepções de ciência, aprendizagem, avaliação, eficiência e participação foram privilegiadas ou silenciadas.

As oito categorias analíticas mobilizadas nesta dissertação operacionalizam essa articulação entre reflexão profissional e crítica da tecnologia. A neutralidade tecnológica, a ambivalência tecnológica, a democratização da tecnologia, os valores e pressupostos técnicos, a instrumentalização primária e secundária, a transformação da vida cotidiana, os impactos sociais e culturais e a automação e o papel docente permitem observar se a reflexão ultrapassa a adaptação funcional e alcança a problematização das racionalidades inscritas nas IAG. Desse modo, a emancipação docente não é entendida como independência absoluta em

relação à técnica, mas como capacidade de julgar, recusar, selecionar, validar e reconfigurar recursos tecnológicos segundo finalidades educacionais democraticamente justificáveis.

Neste trabalho, as referências ao professor ou à docência não designam uma figura profissional homogênea. As formas de apropriação, validação, recusa e reconfiguração das IAG variam segundo a experiência, as condições institucionais, a infraestrutura disponível, a cultura escolar e as oportunidades de formação. Por essa razão, as implicações discutidas devem ser compreendidas como possibilidades situadas, e não como atributos universais da profissão docente: a reflexão na e sobre a prática depende das condições concretas em que cada professor interpreta problemas e decide sobre os meios técnicos disponíveis (Schön, 1983; Zeichner, 1993; Feenberg, 2015).

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

A investigação da criticidade de professores em formação frente às inteligências artificiais exige um desenho metodológico capaz de acessar não apenas práticas declaradas ou níveis de adesão tecnológica, mas, sobretudo, os sentidos atribuídos aos sistemas, os pressupostos que orientam tais sentidos e as tensões entre racionalidade instrumental e posicionamentos críticos que atravessam os discursos docentes. Embora o percurso formativo tenha abrangido tecnologias e aplicações de IA em sentido amplo, a dimensão empírica mais diretamente ligada ao uso ocorreu por meio de sistemas de IA generativa de texto acessados por interfaces conversacionais. Nesses episódios, a criticidade manifesta-se não apenas no que os licenciandos afirmam sobre a tecnologia, mas também na maneira como formulam comandos, avaliam respostas, reconhecem limitações e recontextualizam produções algorítmicas. Trata-se, portanto, de um objeto que não se apresenta de forma direta ou mensurável, mas que se manifesta por meio de narrativas, justificações, silêncios e ambivalências discursivas, o que inviabiliza abordagens de cunho avaliativo ou meramente descritivo.

Diante desse cenário, esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, orientada por um Estudo de Caso nos termos propostos por Yin, articulado a uma perspectiva hermenêutica crítica fundamentada nas contribuições de Ricoeur (2014) e Habermas (1987). Tal combinação metodológica permite compreender o fenômeno investigado como situado histórica e socialmente, ao mesmo tempo em que possibilita um movimento interpretativo voltado ao desvelamento de ideologias, naturalizações e formas de racionalidade técnica presentes nas concepções dos sujeitos investigados. O Estudo de Caso, nesse contexto, não é mobilizado como mera estratégia descritiva, mas como uma forma de investigar em profundidade um contexto formativo específico, entendido como revelador de tensões mais amplas relacionadas à inserção das IA na formação docente em Física.

A análise dos dados é orientada pelas categorias analíticas emergidas da TCT de Feenberg (2015), compreendidas não como classificadores rígidos, mas como eixos interpretativos que permitem tensionar os discursos empíricos à luz dos conceitos de neutralidade tecnológica, ambivalência, democratização da tecnologia, valores e pressupostos técnicos, instrumentalização primária e secundária, transformação da vida cotidiana, impactos sociais e culturais e Automação e papel docente. Essas categorias operam como mediações teórico-críticas entre o material empírico e o referencial teórico, sendo mobilizadas ao longo do processo interpretativo de forma dialética e não linear.

Assim, o percurso metodológico desta pesquisa estrutura-se a partir da articulação entre (i) a delimitação de um caso empírico situado, (ii) a constituição de um *corpus* de dados diversificado e (iii) um processo de análise hermenêutica crítica, no qual o pesquisador assume explicitamente seu papel interpretativo. As seções a seguir detalham esse percurso, explicitando os fundamentos, as escolhas e os procedimentos adotados em cada etapa da investigação.

A posição do pesquisador neste estudo é atravessada por sua inserção no campo do EF, por sua atuação profissional como professor da Educação Básica e por sua participação no planejamento e na condução do percurso formativo analisado. O mesmo pesquisador atuou como formador, aplicou os instrumentos de constituição de dados e realizou a interpretação do corpus. Essa proximidade favoreceu o acesso às práticas, aos discursos e às tensões que compõem o caso, mas impede que sua posição seja concebida como exterior ou neutra ao processo investigativo.

A dupla posição de pesquisador-formador introduz riscos específicos, entre eles a desejabilidade social nas respostas dos licenciandos, a possível adequação dos discursos aos conceitos trabalhados durante a formação e o viés de confirmação na seleção e na interpretação das evidências. Para reduzir esses riscos, foram preservadas a identificação cronológica e a procedência de cada registro; distinguiram-se as intervenções formativas das falas e produções dos participantes; confrontaram-se questionários, tarefas, planos, relatórios e registros audiovisuais; buscaram-se ambiguidades, contradições e evidências dissonantes; e evitaram-se inferências causais ou generalizações que ultrapassassem os limites do caso. Tais procedimentos não eliminam a posição situada do pesquisador, mas a tornam examinável e submetida a controles de reflexividade e rastreabilidade interpretativa (Yin, 2016; Creswell, 2021).

3.1 ESTUDO DE CASO QUALITATIVO

A adoção do Estudo de Caso como estratégia metodológica fundamenta-se na necessidade de investigar, em profundidade, um fenômeno situado, complexo e atravessado por múltiplas determinações sociais e formativas. Conforme proposto por Yin, o Estudo de Caso permite examinar processos contemporâneos em seus contextos reais, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno investigado e o contexto em que ele se manifesta não se apresentam de forma claramente delimitada (Yin, 2016). Essa característica torna tal abordagem particularmente adequada para a investigação da criticidade de professores em

formação frente às IA, uma vez que essas concepções não se expressam como atitudes isoladas, mas como construções discursivas produzidas no interior de um percurso formativo específico.

Quanto ao desenho metodológico, a investigação configura-se como estudo de caso único incorporado (Yin, 2016). O caso corresponde ao percurso formativo desenvolvido com licenciandos em Física vinculados ao PIBID/UFRGS, delimitado pelo conjunto de encontros, tarefas e produções realizados no período investigado. A unidade de análise é constituída pelas manifestações e pelos deslocamentos de criticidade dos participantes frente às tecnologias e às IA. Os licenciandos são tratados como subunidades incorporadas, pois seus percursos individuais permitem examinar heterogeneidades internas sem fragmentar o caso coletivo. Questionários, tarefas, planos de aula, relatórios e registros audiovisuais constituem fontes de evidência, e não casos autônomos.

Quanto à finalidade, o estudo assume caráter instrumental, na acepção de Stake (1995), porque o percurso formativo é examinado para compreender um problema mais amplo: as possibilidades e os limites da constituição da criticidade docente diante das IA. A contribuição de Stake circunscreve-se, portanto, à explicitação da finalidade instrumental do caso; a delimitação, a organização do banco de dados, a cadeia de evidências e o ciclo analítico permanecem orientados pelo desenho metodológico de Yin (2016). Essa distinção evita a sobreposição indistinta entre referenciais e explicita a função desempenhada por cada autor.

A escolha de Yin como referencial metodológico não se deve apenas à sua contribuição para a sistematização da pesquisa qualitativa, mas à sua defesa de que a análise deve ser compreendida como um processo contínuo, que atravessa todas as etapas da investigação, desde o planejamento até a apresentação dos resultados (Yin, 2016). Tal concepção coaduna-se com a perspectiva crítica adotada neste estudo, na medida em que impede leituras precipitadas dos dados e favorece a construção de uma cadeia de evidências que sustente interpretativamente as conclusões alcançadas, sem reduzir a análise a procedimentos intuitivos ou impressionistas (Bogdan; Biklen, 1994; Creswell, 2021).

3.1.1 O Ciclo de Análise de Dados Qualitativos: Perspectiva Teórica

Robert Yin (2016) concebe a análise de dados qualitativos como um ciclo composto por fases interdependentes, cuja função central é transformar um conjunto heterogêneo de evidências empíricas em interpretações fundamentadas e teoricamente orientadas. Esse ciclo

não deve ser entendido como uma sequência linear e rígida, mas como um movimento recursivo, no qual o pesquisador pode revisitar etapas anteriores à medida que novas compreensões emergem do contato prolongado com o *corpus* (Yin, 2016). Tal característica é particularmente relevante em pesquisas de natureza interpretativa, nas quais os significados não se apresentam de forma imediata, exigindo sucessivos retornos ao material empírico.

A primeira fase do ciclo, denominada compilação, consiste na organização sistemática dos dados constituídos ao longo da pesquisa. Essa etapa envolve a padronização e o inventário dos registros empíricos, como transcrições de encontros, documentos produzidos pelos participantes e respostas a instrumentos escritos, permitindo ao pesquisador uma visão global do *corpus* antes do início do processo interpretativo (Yin, 2016; Bogdan; Biklen, 1994).

A fase seguinte, o desagrupamento, corresponde ao momento em que os dados compilados são fragmentados em unidades de significado. Nessa etapa, o pesquisador realiza uma leitura atenta e reiterada do material empírico, isolando trechos que expressam concepções, justificativas ou posicionamentos relacionados ao fenômeno investigado. O objetivo não é reduzir o discurso a códigos estanques, mas tornar visíveis padrões, tensões e recorrências que permanecem ocultos na leitura contínua do texto (Creswell, 2021).

O reagrupamento constitui a terceira fase do ciclo e envolve a reorganização das unidades previamente fragmentadas em conjuntos interpretativos mais amplos. Segundo Yin (2016), esse movimento exige critérios teóricos explícitos, capazes de orientar a aproximação entre fragmentos distintos e, ao mesmo tempo, preservar suas diferenças internas. É nesse estágio que o pesquisador começa a delinear a estrutura interpretativa da análise, articulando os dados empíricos a eixos conceituais mais abrangentes.

A interpretação, quarta fase do ciclo, consiste na construção de uma nova narrativa analítica, na qual os dados reagrupados são compreendidos à luz do referencial teórico adotado. Interpretar, nesse sentido, não significa apenas descrever regularidades empíricas, mas explicitar os sentidos, pressupostos e implicações das falas e textos produzidos pelos sujeitos, relacionando-os ao problema de pesquisa e às categorias analíticas que orientam o estudo (Yin, 2016).

Por fim, a fase de conclusão corresponde à síntese interpretativa do processo analítico, na qual são explicitadas as contribuições do estudo e suas articulações com o campo de investigação. As conclusões, nesse modelo, não representam um encerramento definitivo, mas o resultado provisório de um percurso analítico rigorosamente documentado, cuja

transparência permite ao leitor acompanhar o trajeto que conduz do dado empírico às afirmações finais (Bogdan; Biklen, 1994).

3.1.2 Operacionalização da Análise e o Papel das Categorias Analíticas

A operacionalização do ciclo de análise ocorre a partir do tratamento sistemático de um *corpus* empírico constituído no contexto do percurso formativo desenvolvido com licenciandos em Física no âmbito do PIBID. Na fase de compilação, os dados provenientes dos questionários inicial e final, das atividades escritas produzidas ao longo da formação e das transcrições dos encontros formativos, são organizados em um banco de dados digital unificado, preservando-se a identificação da fonte e do contexto de produção de cada registro (Yin, 2016; Creswell, 2021).

Para fins analíticos, a criticidade foi observada em três níveis relacionais. A criticidade declarada corresponde aos posicionamentos explicitados pelos participantes, sobretudo nas respostas ao questionário e em afirmações diretas sobre tecnologia e IA. A criticidade discursiva refere-se à qualidade das justificativas, problematizações, tensões e contradições mobilizadas nas falas e nos textos produzidos. A criticidade mobilizada diz respeito à incorporação, ainda que parcial, dessas compreensões em decisões pedagógicas, adaptações de materiais, escolhas de recursos e formas de mediação docente. Esses níveis não constituem estágios lineares, sucessivos ou hierarquicamente ordenados: um mesmo participante pode manifestar criticidade discursiva elaborada sem mobilizá-la em determinada decisão prática, ou produzir uma escolha pedagógica crítica sem formular conceitualmente todos os seus fundamentos.

O mapeamento das concepções foi realizado por meio de cinco operações articuladas: identificação dos posicionamentos presentes em cada fonte; vinculação dos excertos e produções a uma ou mais das oito categorias analíticas; contraste temporal entre os registros iniciais e finais; exame de ambiguidades, permanências, contradições e casos dissonantes; e confronto entre declarações, argumentos e produções pedagógicas. Mapear, nesse sentido, não significa atribuir um traço fixo de criticidade aos licenciandos, mas reconstruir formas situadas e variáveis de relação com a tecnologia, observando quando as concepções se mantêm no plano declarativo, quando são argumentativamente desenvolvidas e quando passam a orientar ações ou decisões pedagógicas.

O desagrupamento dos dados é realizado por meio da identificação de unidades de registro que expressem concepções, avaliações, justificativas e pressupostos relacionados à

tecnologia e às IA, considerando não apenas enunciados explícitos, mas também implícitos discursivos, como hesitações, contradições e deslocamentos argumentativos. Essas unidades são delimitadas como segmentos mínimos de sentido capazes de sustentar inferências analíticas, podendo variar desde frases completas até trechos mais extensos, conforme a densidade do conteúdo. Além disso, o processo de desagrupamento considera o contexto de produção de cada fragmento, incluindo o tipo de atividade, o momento formativo e a interação discursiva, evitando a fragmentação descontextualizada dos dados. Diferentemente de uma análise estritamente indutiva, este estudo parte do entendimento de que a investigação da criticidade docente requer um horizonte teórico prévio, capaz de orientar o olhar do pesquisador para aspectos que, de outro modo, poderiam ser naturalizados ou invisibilizados no discurso dos participantes (Sampaio Junior, 2022). Nesse sentido, os fragmentos não são isolados com o objetivo de encaixá-los imediatamente em categorias fixas, mas de evidenciar tensões, ambiguidades e deslocamentos discursivos, preservando a complexidade dos posicionamentos dos sujeitos.

A fase de reagrupamento constitui o momento em que as categorias analíticas derivadas da TCT assumem papel central na organização interpretativa do material empírico. Essas categorias não operam como variáveis ou classificadores rígidos, mas como eixos interpretativos que permitem articular fragmentos provenientes de diferentes fontes empíricas em torno de problemáticas comuns, tais como a neutralidade tecnológica, a ambivalência da técnica ou a Automação e papel docente. Um mesmo excerto pode, portanto, mobilizar mais de uma categoria, conforme o sentido que assume no conjunto da análise.

A etapa interpretativa e a construção das conclusões buscam estabelecer o que Yin (2015) denomina cadeia de evidências, assegurando que as interpretações apresentadas no capítulo de análise estejam sustentadas por dados empíricos rastreáveis e teoricamente mediados. Embora o ciclo de análise proposto por Yin forneça a estrutura organizacional do tratamento dos dados, a compreensão profunda dos sentidos atribuídos às tecnologias e o desvelamento de seus pressupostos ideológicos são realizados por meio da hermenêutica crítica, cuja fundamentação será apresentada na seção seguinte (Ricoeur, 1989).

A cadeia de evidências foi organizada de modo a relacionar cada fonte ao tipo de manifestação de criticidade que ela permite examinar e à função que desempenha na interpretação do caso. A Tabela 1 sintetiza essa articulação, preservando a possibilidade de acompanhar o percurso entre registro empírico, categoria analítica e conclusão.

Tabela 1 – Cadeia de evidências da pesquisa

Fonte de evidência	Evidência examinada	Tipo de criticidade	Função interpretativa
Questionários inicial e final	Distribuição das respostas, comentários e deslocamentos entre aplicações	Declarada	Identificar posicionamentos explicitados, sem tratar a escala como medida direta de criticidade.
Tarefas 1 e 2	Aplicação conceitual da TCT; *prompts*, respostas de IA e avaliações dos participantes	Discursiva	Examinar justificativas, critérios de validação, contradições e formas de problematização da tecnologia.
Tarefa 3	Decisões de planejamento, seleção de recursos, adaptações e usos de IA	Mobilizada	Verificar como concepções críticas são convertidas, ou não, em escolhas pedagógicas concretas.
Tarefa 4	Reflexões sobre regências, condições institucionais e efeitos do uso tecnológico	Discursiva e mobilizada	Confrontar concepções declaradas com a interpretação da prática vivida.
Registros audiovisuais	Debates, hesitações, consensos provisórios, reformulações e contrapontos	Discursiva	Reconstruir o processo formativo, preservar evidências dissonantes e sustentar conclusões contextualizadas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 HERMENÊUTICA CRÍTICA: FUNDAMENTO DAS CATEGORIAS

A hermenêutica crítica constitui o fundamento epistemológico que orienta o processo interpretativo desta pesquisa, ao articular a compreensão dos sentidos produzidos pelos sujeitos com a análise crítica das estruturas sociais, técnicas e ideológicas que condicionam tais sentidos. Essa abordagem se apoia na síntese proposta por Paul Ricoeur (2014), que pode ser compreendida como uma tentativa de conciliar dois movimentos distintos: de um lado, a ênfase de Gadamer na historicidade da compreensão, segundo a qual todo entendimento está situado em uma tradição e atravessado por preconceitos que estruturam a interpretação; de outro, a exigência de Habermas de crítica, que aponta para a necessidade de identificar e problematizar distorções sistemáticas na comunicação, especialmente aquelas que decorrem de relações de poder e ideologia (Sanfelice, 2016).

Nesse sentido, a mediação proposta por Ricoeur (2014) não elimina a tensão entre compreensão e crítica, mas a reorganiza em termos metodológicos. A compreensão inicial do discurso, orientada pela inserção do intérprete em um horizonte histórico, é seguida por um movimento de distanciamento analítico, no qual o texto (ou fala) é tratado como objeto passível de explicação, permitindo a identificação de estruturas, recorrências e silêncios. É nesse segundo momento que a crítica ideológica, inspirada em Habermas (1987), torna-se operativa, possibilitando desvelar pressupostos naturalizados e interesses implícitos que não são imediatamente acessíveis na compreensão direta (Ricoeur, 1989).

Enquanto a hermenêutica enfatiza a pertença do intérprete a uma tradição e a inevitável historicidade da compreensão, a vertente crítica introduz a necessidade de questionar os consensos aparentes e as distorções comunicativas que naturalizam relações de poder e dominação (Habermas, 1987). Desse modo, a interpretação não se limita a descrever o que é dito, mas busca explicitar os pressupostos, interesses e racionalidades que moldam as concepções dos sujeitos sobre a realidade técnica e social, operando simultaneamente como reconstrução de sentido e como crítica das condições de produção desse sentido (Ricoeur, 1989).

A adoção da hermenêutica crítica como eixo metodológico justifica-se, ainda, pela afinidade teórico-filosófica entre essa abordagem e a TCT. Como herdeiro direto da tradição frankfurtiana, especialmente do pensamento de Herbert Marcuse, Feenberg (2015) desenvolve uma crítica da técnica que dialoga de forma produtiva, e por vezes tensionada, com a racionalidade comunicativa proposta por Habermas, figura central da segunda geração da Escola de Frankfurt. Ao assumir Ricoeur como mediador, esta dissertação resgata a dialética entre compreensão e crítica que atravessa a própria gênese da TCT, assegurando que o método interpretativo adotado mantenha coerência ontológica e epistemológica com o objeto investigado e com o referencial teórico mobilizado.

O processo de construção das categorias analíticas que orientam esta pesquisa decorreu de um procedimento de imersão sistemática no *corpus* bibliográfico de Andrew Feenberg, com especial atenção às obras *Questioning Technology*, *Transforming Technology*: *a critical theory revisited*, Entre a Razão e a Experiência e *Heidegger and Marcuse*: *the catastrophe and redemption of history*. O foco central da análise concentrou-se na obra Tecnologia, Modernidade e Democracia, submetida a um exercício hermenêutico de decomposição e síntese por meio da elaboração de mapas conceituais de seus capítulos. Esse procedimento permitiu visualizar as articulações internas do pensamento do autor, identificar recorrências conceituais e explicitar os núcleos de sentido atribuídos à racionalidade

tecnológica contemporânea. A partir desse movimento interpretativo, foram construídas as oito categorias analíticas (C1 a C8), concebidas como mediações entre a filosofia da tecnologia e a análise empírica no contexto do EF.

O desenvolvimento da análise empírica nesta dissertação segue o movimento descrito por Ricoeur (2014) como arco hermenêutico, que articula compreensão, explicação e nova compreensão em um processo dialético. A fase da explicação assume papel central nesse percurso, na medida em que suspende interpretações imediatas e mobiliza modelos teóricos rigorosos para sistematizar o objeto de estudo (Sanfelice, 2016). No contexto desta pesquisa, a TCT opera como esse modelo explicativo, permitindo problematizar as concepções dos licenciandos e evitar que a interpretação se reduza à validação de discursos naturalizados ou à reprodução acrítica das tradições que apresentam a tecnologia como neutra ou inevitável (Habermas, 1987).

Nesse sentido, a adoção da hermenêutica busca o desvelamento dos códigos técnicos e das racionalidades instrumentais que se ocultam sob a retórica da eficiência, da inovação e da neutralidade associada às tecnologias e às IA. Ao confrontar os dados empíricos — questionários, produções escritas e registros de encontros formativos —, o pesquisador mobiliza as categorias analíticas gestadas no percurso bibliográfico como filtros interpretativos, orientados a identificar não apenas o que é explicitamente afirmado, mas também silêncios, ambivalências e contradições presentes nos discursos. Dessa forma, o processo de reagrupamento (reassembling), previsto no ciclo de análise de Yin (2016), deixa de ser um procedimento técnico de organização de dados para se constituir como um exercício interpretativo crítico, orientado à compreensão das condições sociais e técnicas que moldam a subjetividade docente e, em última instância, à reflexão sobre possibilidades de emancipação frente aos desafios da modernização tecnológica (Feenberg, 2017; Sanfelice, 2016).

3.3 CATEGORIAS ANALÍTICAS PARA O ESTUDO DA CRITICIDADE

No recorte da literatura consultada, não foram identificados estudos que operacionalizam sistematicamente conceitos da TCT em categorias analíticas. Essa lacuna não implica ausência de pesquisas sobre IA, formação docente ou crítica da tecnologia, mas sinaliza a pertinência de uma tradução conceitual que articule esses campos no contexto do EF. As oito categorias foram construídas de forma teoricamente orientada e exerceram função estruturante em três momentos da pesquisa: organizaram parte do percurso formativo,

orientaram a elaboração dos instrumentos e sustentaram a interpretação do *corpus*. Reconhece-se, portanto, que não emergiram de maneira exclusivamente indutiva dos dados e que sua presença prévia poderia favorecer leituras circulares, nas quais o material empírico apenas confirma o referencial adotado. Para enfrentar esse risco, as categorias foram tratadas como dimensões relacionais, não exclusivas e não exaustivas: um mesmo excerto pôde mobilizar mais de uma categoria, enquanto ambiguidades, silêncios, contradições e evidências que não se ajustavam imediatamente ao esquema foram preservados como elementos interpretativos. Assim, as categorias funcionam como lentes para interrogar o *corpus*, e não como compartimentos fechados ou como comprovação automática dos conceitos da TCT.

A elaboração das categorias analíticas corresponde ao momento de explicação no arco hermenêutico descrito por Ricoeur (2014), no qual os conceitos teóricos são sistematizados como mediações interpretativas entre o material empírico e o horizonte crítico que orienta a pesquisa (Ricoeur, 1989). Diferentemente de uma transposição direta do referencial filosófico para a análise dos dados, este estudo adotou um procedimento de imersão, decomposição e síntese conceitual, fundamentado na leitura sistemática das obras centrais de Andrew Feenberg, com ênfase em Tecnologia, Modernidade e Democracia. O itinerário metodológico envolveu a construção de onze mapas conceituais (Apêndices A a K), utilizados como ferramentas de decomposição dos capítulos e de identificação das tensões recorrentes entre racionalidade instrumental, valores sociais e possibilidades de democratização técnica (Feenberg, 2017).

As categorias analíticas aqui sistematizadas não operam como classificações rígidas nem como variáveis analíticas, mas como instrumentos heurísticos, destinados a orientar a leitura crítica do *corpus* empírico. Seu papel consiste em tornar visíveis valores, mediações e códigos técnicos inscritos nas tecnologias educacionais, sustentando tanto a construção do banco de itens do questionário quanto o planejamento e a análise do percurso formativo desenvolvido com Projeto de Formação de Professores. Ao explicitar previamente as lentes conceituais que orientam a interpretação, este conjunto de categorias reforça o rigor e a rastreabilidade analítica, em consonância com o ciclo de análise qualitativa proposto por Yin (2016), permitindo acompanhar deslocamentos, tensões e ambivalências nas concepções docentes ao longo do processo formativo (Norte, 2021; Sampaio Junior, 2022).

A categoria **C1 - Neutralidade da Tecnologia** problematiza a ideia de neutralidade, uma vez que a leitura de Feenberg (2015) evidencia o caráter ideológico da concepção instrumentalista da tecnologia. Ao assumir que artefatos seriam meios neutros cujo impacto dependeria exclusivamente do uso, tal concepção obscurece os interesses e valores

incorporados no *design* técnico. A mobilização do conceito de código técnico permite deslocar essa leitura, reconhecendo que decisões técnicas carregam escolhas políticas e sociais que orientam práticas, mesmo quando os artefatos são apresentados como ferramentas objetivas. No contexto das IA aplicadas ao EF, essa categoria permite tensionar narrativas de eficiência e objetividade que tendem a mascarar pressupostos pedagógicos, organizacionais e avaliativos embutidos nas plataformas (Feenberg, 2002; 2015; Conte; Habowski, 2022).

A compreensão da técnica como fenômeno de duplo aspecto fundamenta a categoria **C2 - Ambivalência Tecnológica**, concebida como eixo interpretativo transversal. O mapeamento hermenêutico das obras de Feenberg (2002, 2015 e 2017) evidencia que tecnologias produzem efeitos contraditórios, podendo simultaneamente ampliar possibilidades de ação e reforçar desigualdades estruturais, conforme os contextos sociopolíticos e os modos de apropriação. Essa dimensão opera contra leituras deterministas e otimistas da tecnologia, orientando a análise para as disputas de sentido que atravessam os artefatos técnicos. Ao reconhecer a tecnologia como campo de poder, essa categoria oferece um paralelo heurístico para interpretar usos pedagógicos e institucionais de sistemas de IA, evitando compreensões unidimensionais de seu impacto educativo (Feenberg, 1999; 2002; 2015).

A categoria **C3 - Democratização da Tecnologia** emerge como núcleo normativo da racionalização democrática proposta por Feenberg (2002). A leitura e análise da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia permite compreender que decisões técnicas são, simultaneamente, decisões políticas, passíveis de deliberação, contestação e reconfiguração. A técnica é, assim, compreendida como arena de disputa, na qual especialistas, usuários e coletivos afetados podem intervir nos rumos do desenvolvimento tecnológico. No contexto da formação docente, essa lente analítica orienta a investigação sobre se os licenciandos percebem as IA como sistemas fechados e inevitáveis ou como tecnologias potencialmente reconfiguráveis por meio de escolhas pedagógicas, institucionais e coletivas (Feenberg, 1999; 2002; 2010; 2015; Conte; Habowski, 2022).

Na categoria **C4 - Valores e Pressupostos Técnicos** vemos o reconhecimento de que valores se encontram inscritos nas estruturas técnicas fundamenta a categoria voltada aos pressupostos normativos e culturais do *design*. O mapeamento dos conceitos de viés, racionalidade técnica e código técnico permite compreender que tecnologias não apenas servem a fins externos, mas moldam possibilidades de ação ao incorporar racionalidades específicas em algoritmos, interfaces e níveis de opacidade. Em ambientes educacionais mediados por IA, essa dimensão orienta a análise de processos de naturalização de métricas, priorização de eficiência e delegação de decisões pedagógicas a sistemas cuja lógica

raramente é transparente aos usuários, justificando a necessidade formativa de tornar visíveis os valores embutidos nas tecnologias que atravessam a prática docente (Feenberg, 2002; 2015; Winner, 1986; Sampaio Junior, 2022).

A categoria **C5 - Instrumentalização Primária e Secundária** é mobilizada como lente integradora entre funcionalidade técnica e significado social. A instrumentalização primária refere-se ao processo de descontextualização, no qual o mundo é reduzido a propriedades operáveis orientadas por controle e eficiência. A instrumentalização secundária, por sua vez, explicita os processos de recontextualização social, nos quais usuários atribuem sentidos, negociam usos e, por vezes, subvertem o *design* técnico. Essa categoria permite analisar as IA não apenas pelo que fazem, mas pelo que passam a significar na cultura pedagógica e na organização do ensino, escapando tanto da concepção de neutralidade quanto do determinismo tecnológico (Feenberg, 1999; 2002; 2015; Nascimento; Souza, 2023).

A categoria **C6 - Transformação da Vida Cotidiana** emerge como dimensão necessária para compreender como as tecnologias alteram ritmos, hábitos e normalidades sociais. A crítica de Feenberg à racionalização moderna evidencia que a técnica não apenas resolve problemas, mas redefine os próprios termos em que problemas são percebidos e administrados, normalizando expectativas de eficiência, rapidez e controle. No contexto educacional, essa categoria permite investigar se os licenciandos reconhecem o crescimento gradual da racionalidade técnica em suas práticas formativas e futuras práticas profissionais, problematizando seus efeitos sobre temporalidades pedagógicas, rotinas de estudo e relações educativas (Feenberg, 1999; 2002; Conte; Habowski, 2022; Sampaio Junior, 2022).

A categoria **C7 - Impactos Sociais e Culturais** explicita que a tecnologia não constitui uma esfera externa à sociedade, mas uma forma de organização social em si. Sustentada pelo substantivismo crítico, essa lente orienta a análise dos efeitos macroestruturais das tecnologias sobre valores, práticas educativas e formas de sociabilidade. Ao dialogar com análises históricas sobre meios de comunicação, essa categoria permite examinar como sistemas de IA podem legitimar critérios de avaliação, delimitar o acesso ao conhecimento e deslocar referências culturais e pedagógicas, reforçando ou tensionando estruturas de poder no campo educacional (Feenberg, 1999; 2002; 2015; Williams, 2004; Sampaio Junior, 2022; Conte; Habowski, 2022).

Por fim, a categoria **C8 - Automação e o Papel Docente** é mobilizada para captar as reconfigurações do trabalho, da autoridade e da identidade profissional do professor em contextos de crescente automatização. O mapeamento dos conceitos de automação e substituição evidencia sua ambivalência: ao mesmo tempo em que podem aliviar tarefas

repetitivas, tecnologias automatizadas podem consolidar hierarquias e deslocar a agência docente ao subordinar o julgamento pedagógico a métricas padronizadas. Essa categoria opera como filtro interpretativo para analisar se a formação inicial fortalece a agência crítica dos licenciandos ou favorece a internalização de lógicas tecnocráticas centradas na eficiência e na gestão, em especial nas narrativas associadas às inteligências artificiais educacionais (Feenberg, 2002; 2015; 2017; Conte; Habowski, 2022; Norte, 2021; Sampaio Junior, 2022).

3.4 CONTEXTO E SUJEITOS

A presente investigação situa-se no âmbito do PIBID em um curso de Licenciatura em Física. O projeto constitui-se como um espaço privilegiado de formação inicial, ao proporcionar aos licenciandos a inserção direta no cotidiano das escolas públicas de Educação Básica (EB). O contexto da pesquisa iniciou-se com um contingente de 24 estudantes bolsistas, que participaram de uma etapa de formação inicial e comum, iniciada em novembro de 2024, concebida como momento estruturante do percurso formativo, no qual foram introduzidos elementos centrais para a compreensão da docência no contexto educacional brasileiro (conforme detalhado no cronograma inicial da pesquisa no Apêndice L).

Essa etapa foi voltada à discussão de marcos regulatórios, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Referencial Curricular Gaúcho (RCG), não apenas em seus aspectos normativos, mas em seus pressupostos pedagógicos, na forma como organizam competências e habilidades e nas implicações que produzem para o planejamento, a avaliação e a seleção de conteúdos no EF. As atividades buscaram problematizar a leitura desses documentos, frequentemente reduzida à aplicação de códigos curriculares, promovendo uma análise que articulasse tais diretrizes com a construção da identidade docente e com os saberes da profissão. Nesse sentido, a discussão dos marcos regulatórios foi compreendida como parte de um processo mais amplo de formação crítica, no qual os licenciandos foram convidados a interpretar, tensionar e situar tais documentos em relação às práticas pedagógicas concretas e às demandas do contexto escolar.

Após as etapas formativas iniciais, o grupo foi dividido em três frentes de trabalho distintas, compostas por oito integrantes cada. Uma dessas frentes constituiu a unidade de análise e o grupo focal deste estudo de caso, participando da formação específica voltada à Teoria Crítica da Tecnologia e ao uso de Inteligências Artificiais no Ensino de Física. A dinâmica dos encontros ocorreu de forma quinzenal, em um regime de alternância: em uma semana, os licenciandos realizavam visitas e atividades nas escolas sob supervisão dos

supervisores; na semana subsequente, dedicavam-se aos encontros formativos da TCT, permitindo um ciclo contínuo de reflexão entre a prática escolar e a fundamentação teórica proposta.

Embora o grupo focal tenha sido inicialmente composto por oito integrantes, o número final de sujeitos cujos dados foram efetivamente considerados na análise de resultados corresponde a sete (N=7). Essa delimitação decorre de uma alteração no quadro de bolsistas ao longo do percurso formativo: um dos participantes concluiu o curso de graduação durante o desenvolvimento da pesquisa, desligando-se do programa e sendo substituído por uma nova estudante que ingressou apenas no último encontro. Tal situação produziu uma assimetria no acompanhamento dos sujeitos, uma vez que essa participante não esteve presente nas etapas anteriores da formação, nas quais foram desenvolvidas as discussões conceituais, as atividades orientadas e os momentos de reflexão coletiva que constituem o eixo analítico da investigação.

Assim, a exclusão de seus registros da unidade de análise não configura uma perda de dados, mas uma decisão metodológica orientada pela necessidade de manter a coerência interna do *corpus* e a rastreabilidade das inferências produzidas. Tal escolha permite preservar a integridade do percurso analítico, garantindo que as interpretações realizadas estejam ancoradas em evidências provenientes de sujeitos que compartilharam, de forma contínua, as mesmas condições formativas, possibilitando, portanto, uma análise mais consistente das relações entre tecnologia, formação docente e construção da criticidade.

Quanto ao perfil acadêmico dos sete participantes, observa-se uma composição heterogênea em termos de aproveitamento no curso: três licenciandos encontram-se na fase inicial da graduação (com menos de 50% dos créditos concluídos), enquanto os outros quatro estudantes situam-se na metade final do curso (com mais de 50% da grade curricular integralizada). Essa diversidade de estágios formativos é um elemento analítico relevante, pois permite verificar como o acúmulo de saberes específicos da Física e dos saberes associados à docência influencia a apropriação dos conceitos de Feenberg e a percepção sobre a automação do ensino (Sampaio Junior, 2022). A definição destes sujeitos assegura a profundidade exigida pela hermenêutica crítica, permitindo que a análise final desvele os sentidos atribuídos à tecnologia por futuros professores em diferentes momentos de sua trajetória universitária.

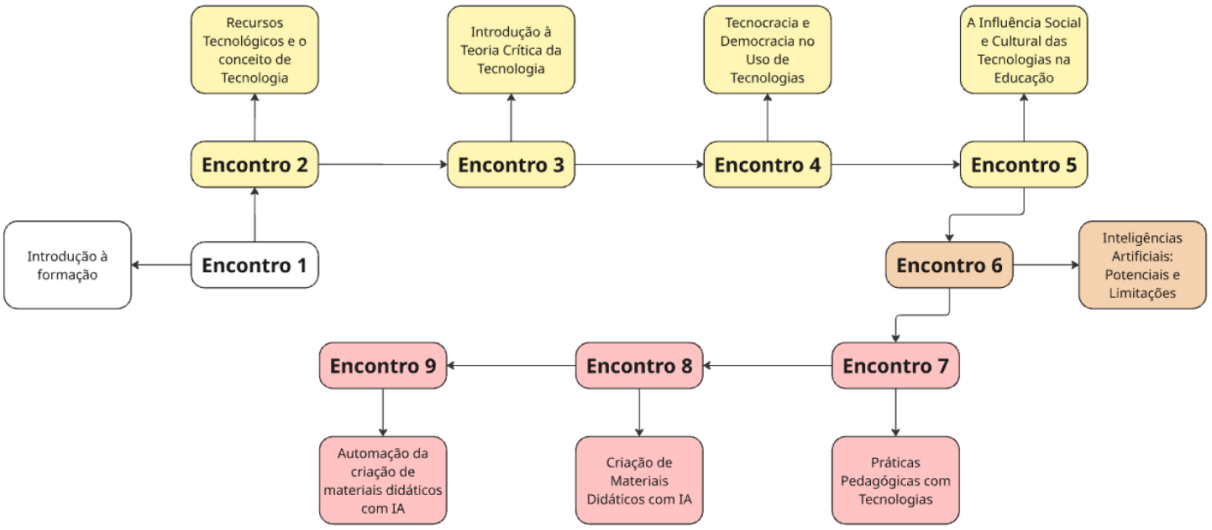
3.5 PERCURSO FORMATIVO

O percurso formativo desta investigação foi desenvolvido entre maio e novembro de 2024, no contexto das atividades do PIBID, envolvendo licenciandos em Física participantes do subprojeto acompanhado nesta pesquisa. A proposta constituiu-se como espaço de estudo, debate e experimentação pedagógica voltado à problematização crítica das tecnologias educacionais e, de modo particular, das IA no EF. Em vez de restringir-se à apresentação operacional de ferramentas digitais, o percurso buscou articular referenciais teóricos, discussões sobre a prática docente e experiências concretas de planejamento e uso pedagógico de tecnologias.

Os encontros foram organizados de modo progressivo, contemplando diferentes ênfases ao longo do processo. Em um primeiro momento, priorizaram-se discussões introdutórias sobre tecnologia, suas concepções filosóficas e suas relações com a educação e o ensino. Em seguida, aprofundaram-se os fundamentos da TCT, especialmente no que se refere às categorias analíticas já discutidas na seção 3.3. Na etapa posterior, o foco deslocou-se para as IA, seus potenciais pedagógicos, limitações e implicações para o trabalho docente. Por fim, foram desenvolvidas atividades práticas de elaboração de materiais, planejamento didático e reflexão sobre usos educacionais dessas tecnologias.

A Figura 1 sintetiza a organização temática dos encontros realizados, evidenciando a progressão entre momentos de fundamentação conceitual, problematização crítica e experimentação pedagógica.

Figura 1: Organização do percurso formativo em eixos teórico-crítico, técnico-analítico e prático-reflexivo.



Fonte: autoria própria.

Embora seja possível identificar eixos predominantes em determinados momentos, o percurso não ocorreu de forma rígida ou linear. Nos encontros, discussões conceituais, exemplos pedagógicos e reflexões sobre experiências concretas apareceram de maneira articulada, conforme as demandas do grupo e os temas mobilizados pelas leituras propostas. Tal característica confere ao percurso um caráter dialógico e processual, coerente com a natureza qualitativa desta investigação.

Além de sua dimensão formativa, o percurso constituiu o principal contexto de produção de dados da pesquisa. A partir dele, foram gerados três objetos de análise: o questionário de concepções inicial e final; um conjunto de quatro tarefas desenvolvidas pelos licenciados e o registro audiovisual dos encontros. Esses diferentes materiais compuseram o *corpus* empírico posteriormente analisado à luz do estudo de caso descrito na seção 3.1, permitindo expor como futuros professores mobilizam, tensionam ou ressignificam tecnologias contemporâneas em seu processo de formação docente.

Para sintetizar o percurso formativo e facilitar a visualização global da sequência formativa, apresenta-se a Tabela 2, na qual se sistematizam os principais objetivos, referenciais e desdobramentos de cada encontro. A organização em quadro-resumo complementa a descrição textual anterior e explicita a progressão entre momentos teóricos, analíticos e práticos do processo formativo.

Tabela 2: Síntese dos encontros que compuseram o percurso formativo.

Encontro	**Tema central**	**Referencial / Atividade principal**	**Desdobramentos para a pesquisa**
1	Apresentação da pesquisa e diagnóstico inicial	TCLE e aplicação do questionário inicial de concepções	Linha de base analítica sobre tecnologia e IA
2	Introdução à filosofia da tecnologia	Feenberg (2015, p. 113-133)	Debate inicial sobre neutralidade e concepções de tecnologia
3	Fundamentos da TCT	Feenberg (2015, p. 5-19)	Proposição da Tarefa 1
4	Democratização e tecnologia social	Freitas e Segatto (2014, p. 307-322)	Ampliação do debate sobre participação e tecnocracia

5	Ciência, tecnologia e democracia	Feenberg (2015, p. 65-86)	Aprofundamento sobre valores e pressupostos técnicos
6	Inteligência artificial e docência	Giraffa e Kohls-Santos (2023, p. 116-134)	Proposição da Tarefa 2
7	Planejamento em contexto escolar real	Socialização de experiências de regência	Preparação para elaboração de planos
8	Produção didática com IA	Oficina prática de uso pedagógico de IA	Proposição da Tarefa 3
9	Síntese reflexiva e fechamento	Debate final e aplicação do questionário final	Consolidação do *corpus* e proposição da Tarefa 4

Fonte: autoria própria.

O Encontro 1 teve caráter introdutório e destinou-se à apresentação da proposta formativa e dos objetivos da pesquisa aos participantes. Nesse momento, realizou-se a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice M), seguida da aplicação do questionário inicial de concepções. Além de sua função ética e organizacional, esse encontro foi importante para constituir uma linha de base interpretativa, posteriormente contrastada com os resultados obtidos ao final do percurso. Tal linha de base permitiu registrar as concepções iniciais dos licenciandos acerca da tecnologia e da IA antes da intervenção formativa propriamente dita, oferecendo um ponto de referência para a análise dos deslocamentos, permanências e tensões observados nos encontros, nas tarefas e no questionário final. No desenho do estudo de caso, esse momento assumiu papel metodológico relevante, pois contribuiu para a construção da cadeia de evidências, permitindo que as interpretações posteriores não fossem compreendidas como impressões isoladas, mas como parte de um processo formativo acompanhado longitudinalmente (Yin, 2016).

O Encontro 2 concentrou-se na discussão inicial sobre o conceito de tecnologia e suas diferentes interpretações filosóficas. A partir da leitura do texto “O que é filosofia da tecnologia?” de Feenberg (2015, p. 113 - 133), foram debatidas concepções instrumentalistas, deterministas, substancialistas e críticas da tecnologia, buscando problematizar compreensões de senso comum que a reduzem a instrumento neutro ou mera consequência inevitável do progresso técnico. Também se discutiu a relação entre tecnologia e educação, especialmente no que se refere ao uso recorrente de recursos digitais no cotidiano escolar. Esse encontro teve

como principal objetivo introduzir os participantes a uma leitura mais complexa da técnica, preparando o terreno conceitual para os debates posteriores.

O Encontro 3 marcou o aprofundamento teórico da formação por meio da introdução sistemática à TCT. Tomando como referência o texto Tecnologia, Modernidade e Democracia: uma Introdução, de Feenberg (2015, p. 5 - 19), foram apresentados e debatidos conceitos centrais como código técnico, instrumentalização primária e secundária, racionalização técnica e possibilidades de democratização dos sistemas tecnológicos. As discussões buscaram aproximar tais noções do contexto educacional, mobilizando exemplos de plataformas digitais, simuladores, sistemas de gestão escolar e ferramentas emergentes de inteligência artificial.

Como desdobramento desse encontro, foi proposta a Tarefa 1, posteriormente analisada na seção 4.2, na qual cada licenciando deveria selecionar uma tecnologia educacional concreta e examiná-la à luz dos conceitos discutidos, identificando valores incorporados ao seu *design* e distinguindo formas de instrumentalização presentes em seu uso pedagógico. Essa atividade representou o primeiro movimento sistemático de transposição dos referenciais teóricos para objetos empíricos vinculados à prática docente.

O Encontro 4 deu continuidade ao processo formativo por meio da leitura e discussão do texto "Tecnologia Social: uma abordagem conceitual", de Freitas e Segatto (2014, p. 307-322)[2]. A proposta deste momento consistiu em tensionar a centralidade de modelos tecnocráticos de inovação, introduzindo a noção de tecnologia social como construção coletiva orientada por demandas concretas de grupos sociais. A discussão permitiu ampliar o horizonte analítico anteriormente centrado na crítica filosófica da técnica, aproximando os licenciandos de perspectivas que compreendem a tecnologia como campo de disputa, participação e intervenção democrática. Nesse sentido, o debate favoreceu aproximações com a categoria da democratização da tecnologia, ao problematizar quem projeta, quem decide e a serviço de quais interesses os artefatos técnicos são organizados.

O Encontro 5 teve como referência a leitura de "Ciência, Tecnologia e Democracia: diferenças e conexões" de Feenberg (2015, p. 65-86). A discussão aprofundou a relação entre produção científica, escolhas tecnológicas e organização social, destacando a tese de que nem ciência nem tecnologia se desenvolvem em um vazio político ou axiológico. Foram debatidos exemplos históricos mobilizados pelo autor, bem como situações contemporâneas em que decisões aparentemente técnicas ocultam conflitos distributivos, interesses institucionais e assimetrias de poder. A partir disso, os licenciandos foram convidados a refletir sobre

[2]Publicado nos Cadernos EBAPE.BR

plataformas digitais e sistemas algorítmicos educacionais, reconhecendo que critérios como eficiência, personalização ou inovação não esgotam a avaliação pedagógica de tais recursos. O encontro contribuiu para densificar as categorias de valores e pressupostos técnicos, impactos sociais e culturais e ambivalência tecnológica.

O Encontro 6 voltou-se especificamente à temática da IA aplicada à educação, tendo como base a leitura do artigo "Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente", de Giraffa e Kohls-Santos (2023, p. 116-134) . O texto subsidiou uma discussão inicial sobre sistemas tutores inteligentes, aprendizagem adaptativa, mineração de dados educacionais, modelos preditivos e impactos da IA nas práticas pedagógicas. Durante o encontro, foram problematizadas promessas de personalização do ensino, automação de tarefas e suposta neutralidade algorítmica, articulando tais elementos com os referenciais de Feenberg. Debateram-se, ainda, questões relativas à autoria, confiabilidade, dependência técnica e redefinição do papel docente diante de sistemas generativos.

Como desdobramento desse encontro, foi proposta a Tarefa 2, posteriormente examinada na seção 4.2.2, em que os licenciandos deveriam utilizar ferramentas de IA para elaborar uma unidade didática por meio de sucessivos refinamentos de *prompts*, registrando as respostas produzidas e analisando criticamente limites, potencialidades e mediações necessárias ao uso pedagógico. Paralelamente, também foi solicitada uma produção autoral sem uso direto da IA, permitindo contraste analítico entre planejamento automatizado e planejamento docente. Essas atividades possibilitaram observar, em situação prática, tensões entre automação e autonomia profissional, bem como entre eficiência operacional e intencionalidade pedagógica.

O Encontro 7 marcou o início da etapa final do percurso formativo, voltada à aproximação entre os referenciais discutidos anteriormente e situações concretas de ensino. Nesse momento, os licenciandos socializaram experiências de regência, desafios observados nas escolas parceiras e possibilidades de integração de tecnologias às aulas de Física e Ciências. A discussão privilegiou questões relacionadas ao planejamento em contextos reais, às condições materiais das escolas, ao perfil das turmas atendidas e às mediações necessárias para que recursos digitais ou analógicos fossem incorporados de modo pedagogicamente pertinente. O encontro também funcionou como espaço de preparação para as tarefas posteriores, nas quais os participantes deveriam converter tais reflexões em propostas didáticas formalizadas.

O Encontro 8 concentrou-se em atividades práticas de produção de materiais didáticos com apoio de ferramentas de IA. Os licenciandos exploraram possibilidades de geração de questões, roteiros de aula, textos de apoio, imagens explicativas e sugestões metodológicas, sempre acompanhadas de debate crítico sobre confiabilidade, adequação conceitual e necessidade de validação docente. Mais do que aprender comandos operacionais, buscou-se evidenciar que a qualidade do material produzido depende tanto do funcionamento do sistema quanto da capacidade do professor de formular demandas claras, interpretar resultados e realizar curadoria pedagógica. Esse encontro reforçou, portanto, a compreensão da IA como tecnologia mediada pela ação humana, e não como agente autônomo de produção didática.

Como desdobramento desse momento, foi proposta a Tarefa 3, posteriormente analisada na seção 4.2.3, consistente na elaboração dos planos de aula destinados às regências do PIBID. Os licenciandos puderam escolher livremente temas, estratégias e recursos, sendo recomendada a incorporação crítica da IA como ferramenta pedagógica ou objeto de discussão em algum momento da aula. Para fins de padronização institucional, sugeriu-se modelo contendo tópicos centrais como assunto, objetivos docentes, procedimentos metodológicos, recursos, avaliação e observações.

O Encontro 9 constituiu o fechamento do percurso formativo e assumiu caráter predominantemente prático. Os participantes apresentaram os materiais produzidos, relataram experiências decorrentes das regências e retomaram criticamente questões discutidas ao longo dos encontros anteriores. Debateram-se limites concretos encontrados nas escolas, usos efetivos ou recusados de tecnologias, percepções sobre o papel docente frente à IA e aprendizagens construídas no processo. Nesse encontro também foi aplicado o questionário final de concepções, permitindo contraste com os posicionamentos iniciais identificados no Encontro 1.

A Tarefa 4 correspondeu aos relatórios semestrais das atividades desenvolvidas, documentos já previstos como exigência normativas e institucionais do PIBID ao término de cada semestre. Nesses textos, os licenciandos registraram o contexto escolar, as estratégias mobilizadas, as dificuldades enfrentadas, o uso de tecnologias e suas percepções sobre a prática docente. Em razão de sua riqueza descritiva e reflexiva, tais materiais foram incorporados ao *corpus* desta pesquisa e posteriormente analisados na seção 4.2, por permitirem observar em que medida os referenciais discutidos ao longo do percurso formativo foram mobilizados, tensionados ou reinterpretados diante das condições concretas do trabalho escolar.

Ao longo do percurso, as atividades desenvolvidas assumiram naturezas distintas e complementares, combinando momentos de discussão coletiva, produções escritas individuais e registros reflexivos posteriores às experiências de regência. Para fins de organização analítica, as produções documentais examinadas nesta pesquisa foram denominadas Tarefa 1, Tarefa 2, Tarefa 3 e Tarefa 4, correspondendo, respectivamente, à análise crítica de tecnologias educacionais à luz da TCT, à elaboração de unidade didática com apoio de IA generativa, à construção de planos de aula destinados às regências do PIBID e aos relatórios reflexivos produzidos após a atuação nas escolas.

Paralelamente às tarefas, os encontros também envolveram dinâmicas formativas presenciais, compostas por debates orientados, socialização de experiências, leitura comentada de textos, oficinas práticas de exploração tecnológica e discussões coletivas sobre materiais produzidos pelos próprios licenciandos. Embora tais momentos nem sempre resultassem em produtos escritos autônomos, foram relevantes para a constituição do *corpus* empírico por meio dos registros audiovisuais dos encontros, diário de bordo e transcrições posteriormente analisadas na seção 4.3.

Essa distinção entre tarefas documentais e dinâmicas formativas buscou preservar a especificidade de cada tipo de evidência empírica. Enquanto as tarefas permitem examinar escolhas explícitas inscritas em textos e materiais entregues, os encontros possibilitam observar processos argumentativos, hesitações, reformulações conceituais e posicionamentos emergentes no diálogo coletivo. Em conjunto, tais fontes ampliam a densidade interpretativa do estudo de caso, ao permitir contrastar o que os licenciandos registram formalmente com aquilo que elaboram discursivamente durante o percurso formativo.

Do ponto de vista metodológico, a combinação entre diferentes tipos de atividade também contribuiu para a análise e interpretação interna dos dados. Ideias inicialmente manifestadas em debates reaparecem, por vezes, nas tarefas escritas; do mesmo modo, limites identificados em produções documentais foram retomados e problematizados nos encontros subsequentes. Essa circulação entre fala, escrita e prática pedagógica constituiu elemento importante para compreender a formação docente não como sequência linear de etapas, mas como processo marcado por continuidades, tensões e reelaborações sucessivas.

3.6 INSTRUMENTOS DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS

A constituição do *corpus* empírico desta investigação apoiou-se em três instrumentos complementares de produção de dados: o banco de questões em escala Likert, os materiais

desenvolvidos pelos discentes e os registros das reuniões formativas. Cada instrumento foi selecionado com o propósito de contemplar dimensões distintas do fenômeno investigado, permitindo reunir informações relativas tanto às concepções declaradas pelos participantes quanto às produções pedagógicas elaboradas e às interações desenvolvidas ao longo do percurso formativo.

A utilização combinada dessas fontes dialoga com a lógica do estudo de caso proposta por Yin (2015), segundo a qual a robustez analítica tende a ser fortalecida pela convergência entre múltiplas evidências empíricas. Nesse sentido, o questionário possibilitou acompanhar tendências e mudanças de posicionamento entre o início e o final da formação; o *corpus* documental reuniu materiais produzidos pelos licenciandos nas atividades propostas; e os registros das reuniões permitiram examinar processos argumentativos e discussões ocorridas nos encontros. Os tópicos seguintes detalham a composição e a função metodológica de cada instrumento no interior da pesquisa.

3.6.1 Banco de questões em escala Likert

O primeiro instrumento de constituição de dados desta pesquisa foi um questionário de concepções organizado em escala Likert, aplicado em dois momentos do percurso formativo: no encontro inicial, em caráter diagnóstico, e no encontro final, com função comparativa. Em sua formulação clássica, a escala Likert consiste em um conjunto de afirmações diante das quais os participantes expressam diferentes graus de concordância ou discordância, possibilitando o mapeamento de tendências atitudinais frente a determinado objeto de análise (Likert, 1932). No contexto desta investigação, tal instrumento mostrou-se pertinente por permitir a comparação de posicionamentos dos licenciandos frente à tecnologia e IA antes e depois do processo formativo.

A adequação da escala Likert a esta pesquisa decorre de três razões principais. Em primeiro lugar, o estudo não busca apenas identificar a presença ou ausência de determinadas concepções, mas compreender sua intensidade relativa, suas ambiguidades internas e suas possíveis reconfigurações ao longo da formação. Em segundo lugar, por tratar de um objeto marcado por tensões teóricas e práticas, como neutralidade tecnológica, automação docente e democratização da técnica, o uso de gradações de resposta permite captar zonas intermediárias de concordância, hesitação ou indiferença, evitando simplificações indevidas. Em terceiro lugar, a aplicação do instrumento em dois momentos distintos favorece a comparação entre o quadro conceitual inicial e o quadro final dos participantes, em

consonância com a proposta de acompanhar deslocamentos de compreensão no interior de um estudo de caso qualitativo (Yin, 2015; Creswell, 2021).

No âmbito desta dissertação, a escala não foi mobilizada com finalidade psicométrica ou inferencial, mas como instrumento descritivo e comparativo integrado a um desenho qualitativo mais amplo. Tal decisão é importante, porque o objetivo não consistiu em produzir medida padronizada de atitude, mas em construir um panorama sistemático das concepções dos licenciandos, capaz de dialogar posteriormente com os dados oriundos das tarefas escritas e dos registros dos encontros. Nessa direção, o questionário funcionou como uma das portas de entrada para o *corpus* empírico, oferecendo indicadores organizados que permitiram observar permanências, tensões e alterações de posicionamento, posteriormente aprofundadas na análise interpretativa. A opção por esse uso da escala encontra respaldo em discussões metodológicas que reconhecem a possibilidade de emprego de instrumentos estruturados em pesquisas qualitativas, desde que articulados a procedimentos interpretativos mais amplos e não tomados como fonte autossuficiente de explicação (Creswell, 2021; Yin, 2015).

Como recurso complementar de síntese visual, as respostas do questionário foram projetadas no plano das teorias modernas da tecnologia, adaptado de Feenberg (2015). Cada resposta foi inicialmente codificada em uma escala de 1 a 5 e transformada em escore centrado pela expressão $z_i = (r_i - 3)/2$, na qual r_i corresponde à resposta assinalada. Dessa forma, os valores passaram a variar entre −1 e +1.

Para a construção dos índices, foi necessário considerar a direção crítica de cada afirmativa. Denominaram-se itens diretos aqueles em que a concordância com o enunciado se aproxima do posicionamento teoricamente esperado segundo a TCT, como nas afirmações que reconhecem a presença de valores nas tecnologias, a necessidade de mediação humana ou a possibilidade de reapropriação. Nesses casos, escores mais elevados foram mantidos como valores positivos. Por sua vez, foram considerados itens invertidos aqueles em que a concordância expressa uma concepção contrária à orientação crítica adotada, como nas afirmações que apresentam a tecnologia como neutra, autônoma ou inevitavelmente benéfica. Nesses itens, uma resposta numericamente elevada não poderia receber o mesmo sentido interpretativo atribuído aos itens diretos. Por essa razão, empregou-se a recodificação $z_i^* = -z_i$, procedimento equivalente à inversão da resposta pela expressão $6 - r_i$ antes da centralização. Assim, todos os itens passaram a apresentar a mesma direção interpretativa: valores positivos indicam maior aproximação ao posicionamento crítico definido para o respectivo eixo, enquanto valores negativos indicam maior aproximação às concepções opostas.

O eixo neutralidade/valoratividade foi composto pelos itens associados às categorias C1 e/ou C4: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 37, 38 e 50. O eixo autonomia tecnológica/controle humano reuniu os itens associados às categorias C3, C5 e/ou C8: 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50 e 51. A presença de alguns itens em ambos os eixos decorre de sua vinculação teórica a mais de uma categoria e foi mantida de modo intencional. Em consequência, valores próximos de +1 representam, no primeiro eixo, uma compreensão valorativa da tecnologia e, no segundo, a ênfase no controle humano, na mediação e na possibilidade de reapropriação; valores próximos de −1 indicam, respectivamente, maior aproximação à neutralidade tecnológica e à concepção de autonomia ou determinismo tecnológico.

Para cada participante e eixo, calculou-se a média aritmética dos escores recodificados válidos: $I_{eixo} = (\Sigma z_i^*)/k$, sendo k o número de respostas válidas do eixo. O índice permaneceu, portanto, normalizado entre −1 e +1, sem ponderações adicionais. Como exemplo, uma resposta 5 em um item direto resulta em $z_i^* = +1$, pois a concordância se encontra na direção crítica adotada. A mesma resposta 5 em um item invertido resulta em $z_i^* = -1$, pois, nesse caso, a concordância expressa uma concepção contrária à orientação crítica. De modo semelhante, uma resposta 2 em um item invertido produz inicialmente $z_i = -0{,}5$ e, após a inversão, $z_i^* = +0{,}5$, indicando que a discordância se aproxima da direção crítica prevista para o enunciado.

Não houve imputação de respostas ausentes. O questionário inicial considerou oito participantes e o final, sete; o participante ausente na segunda aplicação foi excluído do cálculo final, e as comparações individuais de deslocamento foram realizadas apenas entre os sete respondentes presentes nos dois momentos. As Figuras 2a e 2b constituem, assim, uma representação exploratória e reprodutível, empregada como apoio à análise qualitativa, e não como medida psicométrica de criticidade.

A estrutura do questionário foi construída a partir das oito categorias analíticas já apresentadas na seção 3.3, de modo que cada afirmação fosse formulada para tensionar aspectos específicos da relação entre tecnologia, educação e inteligência artificial. O instrumento final foi composto por 51 afirmações distribuídas em escala de cinco pontos, variando de 1, correspondente a “Discordo fortemente”, a 5, correspondente a “Concordo fortemente”, seguindo formulação compatível com a descrição de Silveira (1979), segundo a qual esse tipo de instrumento se organiza por meio de enunciados indicadores de atitude favorável ou desfavorável frente ao objeto investigado. Assim, o questionário foi delineado

não como inventário genérico de opiniões sobre tecnologia, mas como dispositivo analítico construído para dialogar diretamente com o referencial teórico adotado na pesquisa. A própria seção 4.1 já registra que o instrumento foi composto por 51 afirmativas e estruturado de modo a contemplar as oito categorias analíticas, com aplicação no pré-teste e no pós-teste.

O processo de elaboração das afirmações procurou equilibrar clareza semântica, potencial analítico e aderência ao referencial da TCT. Em vez de produzir itens excessivamente abstratos, buscou-se formular enunciados suficientemente diretos para permitir posicionamento dos participantes, assim como conceitualmente densos o bastante para remeter às categorias analíticas da pesquisa. Tal cuidado metodológico foi relevante porque o instrumento deveria, simultaneamente, ser acessível aos licenciandos e sensível às tensões teóricas envolvidas no debate sobre tecnologia e educação.

Como etapa complementar de validação do instrumento, as afirmações do questionário foram submetidas à apreciação de uma banca composta por doutores com experiência na área de EF, formação docente e/ou estudos sobre tecnologia educacional. Esse procedimento teve como finalidade avaliar a clareza dos enunciados, a pertinência das afirmações em relação às categorias analíticas da TCT e a adequação geral do instrumento aos objetivos da pesquisa. Além disso, antes da aplicação com o grupo investigado, o questionário foi testado com um grupo de participantes distinto dos licenciandos vinculados ao percurso formativo do PIBID, permitindo observar as respostas empregadas a cada um dos questionamentos, evidenciando possíveis fragilidades do instrumento em questão.

Desse modo, as afirmações foram construídas para tensionar diferentes dimensões da relação entre técnica, docência e IA. Por razões de espaço e para evitar uma apresentação excessivamente extensa no corpo do texto, optou-se por apresentar apenas alguns exemplos representativos do instrumento. O conjunto completo das 51 afirmações, acompanhado das categorias associadas e da indicação dos itens de recodificação invertida, encontra-se no Apêndice N. A Tabela 3 apresenta exemplos dessa lógica de construção, indicando a categoria analítica associada e o objetivo interpretativo de cada enunciado.

Tabela 3: Exemplos de afirmações do questionário, categorias correspondentes e objetivo analítico.

Afirmação	**Categorias Associadas**	**Objetivo analítico**

A tecnologia é uma ferramenta neutra e seu impacto depende exclusivamente do uso que as pessoas fazem dela.	C1, C4	Observar a adesão à concepção instrumental e neutra da tecnologia, desconsiderando valores incorporados ao *design* técnico.
Uma mesma tecnologia pode ser usada tanto para a inclusão social quanto para a exclusão, dependendo de quem a controla.	C1, C2, C3, C7	Examinar reconhecimento da ambivalência tecnológica e de sua vinculação a relações de poder e controle social.
O *design* de um *software* educacional reflete escolhas políticas e pedagógicas, mesmo que seus desenvolvedores não percebam.	C1, C4, C7	Investigar a percepção de que artefatos técnicos incorporam valores sociais, pedagógicos e políticos.
A inteligência artificial pode substituir o professor sem afetar a dinâmica pedagógica da sala de aula.	C1, C8	Observar a adesão à ideia de substituição docente por sistemas automatizados sem perdas pedagógicas.
A presença do professor é insubstituível na educação, pois a aprendizagem envolve aspectos humanos que a automação não consegue reproduzir.	C2, C7, C8	Examinar a valorização da mediação humana e reconhecimento de limites sociopedagógicos da automação.
Para que a tecnologia seja realmente democrática, é necessário que haja políticas públicas que garantam acesso e equidade.	C3, C7	Investigar a compreensão da democratização tecnológica como questão política, estrutural e distributiva.

Fonte: autoria própria.

Além das respostas fechadas, o instrumento incluiu campos destinados a comentários complementares, quando necessário, de modo a não restringir a manifestação discente à escolha de uma alternativa numérica. Ainda que o núcleo do questionário estivesse centrado nas frequências de concordância e discordância, essa abertura foi metodologicamente importante, afinal reduziu o risco de uma leitura puramente mecânica das respostas e preservou a possibilidade de articulação com o horizonte interpretativo da pesquisa. Isso se mostrou particularmente relevante em um estudo cujo objeto envolve posicionamentos complexos, por vezes ambivalentes, diante de tecnologias educacionais e sistemas de IA. Assim, o questionário foi concebido como um instrumento de aproximação inicial e final às concepções dos participantes, cuja função não foi encerrar a análise, mas oferecer uma base organizada para posterior articulação com os demais materiais empíricos. A escala registra

posicionamentos declarados de concordância ou discordância diante das afirmações apresentadas; seus resultados não constituem medida direta da criticidade nem permitem, isoladamente, inferir mudança conceitual ou capacidade de reconfiguração tecnológica. Por essa razão, foram interpretados em contraste com as tarefas, os materiais produzidos e os registros dos encontros formativos.

Por fim, a inserção do questionário em escala Likert no desenho metodológico desta dissertação se justifica por sua capacidade de tornar comparáveis os posicionamentos dos licenciandos em dois momentos do processo formativo, sem perder de vista a complexidade teórica do objeto investigado. Ao articular afirmações construídas a partir das categorias da TCT com uma aplicação prévia e posterior à formação, o instrumento contribui para localizar continuidades, inflexões e zonas de tensão no modo como os participantes compreendem a tecnologia e a inteligência artificial no campo educacional. Sua relevância, portanto, não reside em fornecer medida definitiva da criticidade docente, mas em oferecer um quadro inicial e final de posicionamentos que, quando confrontado com as tarefas produzidas e com os registros das reuniões, amplia a consistência analítica do estudo de caso.

3.6.2 Materiais produzidos

O segundo eixo de constituição de dados correspondeu ao *corpus* documental produzido pelos licenciandos ao longo do percurso formativo e das atividades vinculadas ao PIBID. Em estudos de caso, documentos como os mencionados assumem relevância metodológica por registrarem ações, decisões, produtos e processos em suportes relativamente estáveis, permitindo reexame posterior, comparação entre fontes e reconstrução contextual dos acontecimentos investigados (Yin, 2016). Nesta pesquisa, esse conjunto documental foi importante por possibilitar a análise de materiais efetivamente elaborados pelos participantes, complementando dados oriundos dos questionários e dos encontros formativos.

Diferentemente das respostas declaradas obtidas por meio da escala Likert, os documentos analisados aproximam-se do fazer docente em suas múltiplas dimensões. O *corpus* reuniu produções vinculadas a momentos distintos da formação, contemplando exercícios conceituais, interações com sistemas de IA, planejamentos didáticos e narrativas reflexivas sobre a prática escolar. Tal diversidade contribuiu para ampliar a densidade empírica da investigação, pois permitiu acompanhar permanências, ajustes e reorientações ao longo do percurso estudado.

Na Tarefa 1, composta por textos de aplicação inicial da TCT a exemplos educacionais, buscou-se examinar como os licenciandos mobilizavam conceitos discutidos nos encontros formativos diante de situações concretas. A leitura concentrou-se na forma como categorias teóricas eram traduzidas para objetos pedagógicos específicos, observando níveis de compreensão, simplificações recorrentes e possibilidades interpretativas emergentes.

Na Tarefa 2, centrada na elaboração de planejamentos com apoio de IA generativa, o material documental assumiu natureza processual. Assim, foram considerados os *prompts* elaborados pelos participantes, as respostas produzidas pelas ferramentas utilizadas e os comentários reflexivos anexados às entregas. Esse desenho permitiu examinar o percurso de interação entre sujeito e sistema técnico, aspecto relevante quando o produto final resulta de sucessivas reformulações e negociações com a ferramenta digital.

Na Tarefa 3, referente aos planos de aula elaborados para regência no PIBID, a atenção incidiu sobre a organização pedagógica dos documentos produzidos. Foram observados elementos como definição de objetivos, seleção de conteúdos, estratégias metodológicas, recursos didáticos empregados e formas previstas de avaliação. Quando disponíveis, esses materiais foram cotejados com registros de orientação, permitindo compreender em que medida determinadas decisões surgiram da autonomia do licenciando ou de discussões desenvolvidas no acompanhamento formativo.

Na Tarefa 4, composta pelos relatórios semestrais, privilegiou-se a leitura interpretativa das experiências narradas após a atuação em contexto escolar real. Esses documentos permitiram acessar percepções sobre condições institucionais da escola, dificuldades encontradas, escolhas pedagógicas realizadas, usos tecnológicos mencionados e aprendizagens atribuídas ao processo vivido. Por apresentarem caráter retrospectivo, tais relatórios ofereceram uma perspectiva distinta daquela encontrada nos planos prévios ou nas discussões em tempo real. Os enunciados completos das três primeiras tarefas são apresentados no Apêndice O. Já a tarefa 4, por ser requisito do programa, foi instruída pessoalmente pelo coordenador responsável.

Em síntese, a Tarefa 1 solicitou a análise de uma tecnologia educacional à luz da TCT; a Tarefa 2 requereu a elaboração iterativa de um planejamento com IAG, com preservação dos *prompts*, das respostas e das revisões; a Tarefa 3 correspondeu à produção de planos para regência em contexto escolar real; e a Tarefa 4 consistiu no relatório reflexivo sobre a experiência desenvolvida. A avaliação das produções não assumiu caráter classificatório, mas considerou coerência conceitual, explicitação das decisões, adequação ao contexto, capacidade de reconhecer limites e articulação entre evidências e categorias analíticas.

Nas interações da Tarefa 2, foram utilizados ChatGPT e Gemini, em interfaces conversacionais acessadas pela internet e predominantemente na modalidade textual. Os registros disponíveis identificam o uso da versão gratuita do ChatGPT em parte das produções e o uso do Gemini em outra. Também não houve acesso à arquitetura, aos dados de treinamento ou às instruções internas dos sistemas. Essas ausências foram mantidas como limitação metodológica, pois as plataformas podem ser atualizadas e respostas semelhantes podem variar entre execuções. A data analítica considerada corresponde ao período de realização e entrega da atividade, e não à data posterior de organização dos arquivos.

Para evitar que toda alteração de um texto gerado fosse interpretada como reconfiguração, foram adotados três critérios graduais. O uso designa a incorporação do material sem mudança relevante de finalidade, organização pedagógica, avaliação ou papel atribuído aos sujeitos. A adaptação superficial corresponde a ajustes locais de linguagem, extensão, formatação, exemplos ou sequência, mantendo a racionalidade central da proposta. A reconfiguração ocorre quando o licenciando modifica deliberadamente finalidades, critérios de avaliação, formas de participação, mediação docente, contextualização sociocultural ou valores pedagógicos que orientam o material. À luz da teoria da instrumentalização, o primeiro movimento aproxima-se da funcionalização própria da instrumentalização primária; a reconfiguração evidencia processos de instrumentalização secundária, pois reinsere finalidades sociais e educacionais na organização técnica do artefato (Feenberg, 2015, 2017). A adaptação superficial ocupa uma posição intermediária e, isoladamente, não foi tomada como evidência suficiente de criticidade mobilizada.

De modo semelhante, a noção de regressão não foi empregada para nomear qualquer mudança numérica ou discordância isolada. Uma regressão interpretativa somente foi considerada quando um posicionamento posterior apresentava menor problematização das relações entre técnica, valores e poder e quando essa leitura encontrava apoio em mais de uma fonte, como questionário, fala, tarefa ou plano. Alterações pontuais na escala Likert, especialmente diante da diferença entre oito respondentes no momento inicial e sete no final, foram tratadas como indícios a serem confrontados com o restante do corpus. Quando não havia convergência entre as fontes, a mudança foi descrita como ambiguidade, oscilação ou tensão, preservando a cadeia de evidências e evitando atribuir ao participante uma trajetória linear que os dados não sustentavam.

Em conjunto, o *corpus* documental fortaleceu a robustez metodológica do estudo ao reunir evidências heterogêneas e complementares. Enquanto os questionários possibilitaram comparações entre momentos distintos e os registros audiovisuais captaram interações

formativas em desenvolvimento, os documentos preservaram marcas textuais do trabalho pedagógico produzido pelos participantes. A Tabela 4 sintetiza essa diversidade de materiais e explicita os diferentes focos analíticos adotados em cada tarefa, evidenciando que o *corpus* não foi tratado como bloco homogêneo, mas segundo a natureza específica de cada produção. Essa articulação entre fontes distintas contribuiu para o contraste interpretativo das evidências e para a construção da cadeia de evidências do estudo de caso (Yin, 2016).

Tabela 4: Síntese das tarefas documentais analisadas.

Tarefa	Material produzido	Foco principal da leitura analítica
T1	Textos de aplicação da TCT.	Apropriação inicial de conceitos teóricos.
T2	*Prompts*, respostas de IA e comentários.	Interação com sistemas generativos.
T3	Planos de aula para regência.	Estruturação pedagógica do planejamento.
T4	Relatórios reflexivos semestrais.	Interpretação da prática vivida.

Fonte: autoria própria.

3.6.3 Registros das reuniões

O terceiro instrumento de constituição de dados correspondeu aos registros das reuniões realizadas ao longo do percurso formativo. Esse conjunto foi composto por gravações em áudio e vídeo dos encontros presenciais e síncronos, complementadas por um diário de bordo produzido pelo pesquisador em situações específicas nas quais não houve registro integral. No âmbito do estudo de caso, esse tipo de material possui relevância ao permitir o acompanhamento do fenômeno em seu contexto natural de ocorrência, preservando interações, argumentos, hesitações e movimentos de reformulação que dificilmente permanecem acessíveis em documentos finais produzidos posteriormente (Yin, 2016).

Diferentemente do questionário, centrado em posicionamentos declarados em momentos delimitados, e do *corpus* documental, voltado às produções entregues pelos participantes, os registros das reuniões possibilitam examinar a dimensão processual da formação. Por meio deles, tornou-se possível acompanhar como os licenciandos interpretavam os textos discutidos, mobilizaram exemplos do cotidiano escolar, respondiam às intervenções do grupo e reelaboram compreensões ao longo do debate. Essa característica é

especialmente relevante em pesquisas formativas, nas quais mudanças conceituais tendem a ocorrer de modo gradual, contraditório e situado (Flick, 2009).

Os materiais provenientes dos encontros também permitiram identificar diferentes fases do percurso desenvolvido. Nos encontros iniciais, predominaram discussões voltadas à compreensão dos fundamentos da TCT e à problematização de concepções correntes sobre neutralidade técnica, determinismo e instrumentalismo. Em momentos posteriores, os registros passaram a concentrar debates sobre tecnologias educacionais, IA, planejamento pedagógico e usos concretos de ferramentas digitais no ensino. Já nos encontros finais, as interações evidenciaram maior presença de discussões ligadas à validação de respostas geradas por IA, limites operacionais, autoria, confiabilidade e mediação docente, compondo um panorama processual coerente com os objetivos da investigação.

Do ponto de vista analítico, os registros foram examinados mediante leitura integral das transcrições e escuta complementar de trechos relevantes, buscando identificar episódios significativos, recorrências argumentativas, tensões internas e deslocamentos de posicionamento ao longo do tempo. Não se tratou de quantificar falas ou mensurar frequência de termos isolados, mas de compreender os sentidos produzidos nas interações e sua articulação com os demais instrumentos da pesquisa. Para isso, excertos representativos foram posteriormente triangulados com respostas do questionário e materiais produzidos pelos participantes.

A análise dos encontros foi organizada de modo sequencial, acompanhando a ordem do percurso formativo e considerando a função específica de cada reunião no desenvolvimento da pesquisa. Essa opção metodológica permitiu preservar a temporalidade do processo formativo, reconhecendo que os encontros apresentam níveis distintos de densidade empírica e analítica. Para fins de sistematização e preservação do anonimato, os participantes foram identificados como Estudante 1, Estudante 2, sucessivamente até Estudante 7, mantendo-se essa nomeação ao longo de toda a análise. Os excertos de fala foram mobilizados como evidências empíricas, acompanhados da indicação do participante e do encontro correspondente, conforme o padrão "(ESTUDANTE X, Encontro Y, transcrição)". Tal procedimento contribuiu para a rastreabilidade da cadeia de evidências, permitindo acompanhar a circulação de ideias, permanências e deslocamentos discursivos ao longo do percurso formativo, sem comprometer a identidade dos participantes (Yin, 2016).

Em termos éticos, a pesquisa foi submetida à apreciação ética, tendo sido registrada sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 89529325.9.0000.5347. Todas as gravações foram realizadas mediante autorização prévia dos participantes, conforme

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentado no início do percurso formativo. Quando determinado encontro não dispôs de gravação integral, como ocorreu nos encontros 1 e 2, utilizaram-se registros de campo produzidos imediatamente após a atividade, organizados na forma de diários de bordo. Esse procedimento encontra respaldo em Porlán e Martín (1997), para quem o diário constitui um recurso metodológico relevante para registrar acontecimentos, interpretações e problemas emergentes da prática educativa, favorecendo a análise posterior do processo investigado. Tal cuidado buscou assegurar transparência quanto à origem dos dados e aos limites de cada fonte empregada.

Assim, os registros das reuniões formativas constituíram a fonte mais densa para compreender a dinâmica interna do caso investigado, permitindo observar não apenas o que os participantes afirmavam sobre tecnologia e docência, mas como tais compreensões eram negociadas, tensionadas e reformuladas no interior do próprio processo formativo. Em articulação com os demais instrumentos, esse material fortaleceu o contraste analítico entre as fontes e a consistência interpretativa do estudo.

4 RESULTADOS E ANÁLISE

4.1 NOS QUESTIONÁRIOS DE CONCEPÇÕES

Para padronizar a leitura dos gráficos desta seção, as categorias de resposta são apresentadas sempre na ordem Discordo Fortemente (DF), Discordo (D), Indiferente (I), Concordo (C) e Concordo Fortemente (CF). Os resultados são apresentados em frequências absolutas. Embora oito licenciandos tenham respondido ao questionário inicial, as tabelas e as análises das subseções 4.1.1 e 4.1.2 consideram os sete participantes presentes nas duas aplicações (n = 7), de modo a manter o mesmo conjunto de respondentes nas comparações longitudinais. O oitavo respondente do questionário inicial foi excluído desta etapa comparativa, sem imputação ou redistribuição de suas respostas.

4.1.1 Questionário Inicial

A direção crítica das respostas não coincide automaticamente com concordância ou discordância. Em afirmações diretas, a concordância pode representar maior problematização; em itens invertidos, a discordância ocupa essa função. A polaridade de cada afirmação encontra-se no Apêndice N. Por essa razão, os gráficos foram interpretados segundo o conteúdo do item, e não por uma soma indiferenciada das alternativas. Os eixos e legendas adotam a mesma nomenclatura em todas as categorias, e os valores são apresentados em frequências absolutas, acompanhadas do número total de respondentes em cada aplicação. Quando uma afirmação pertence a mais de uma categoria, sua repetição decorre da estrutura relacional do instrumento e não representa duplicação de respondentes. Esses procedimentos tornam a visualização comparável, mas não convertem o questionário em escala psicométrica nem substituem o confronto com tarefas, falas, planos e relatórios.

A análise que se segue não pretende discutir isoladamente as 51 afirmativas, o que tornaria o texto excessivamente descritivo, mas selecionar aquelas que, em cada categoria, funcionam como indicadores de posicionamentos, tais como determinismo tecnológico, neutralidade instrumental, tecnocracia, reconhecimento de valores incorporados, ambivalência ou criticidade estrutural. Sempre que pertinente, serão mencionadas afirmativas correlatas que corroboram ou tensionam a interpretação proposta, de modo a evidenciar coerências internas ou possíveis inconsistências no conjunto das respostas. O objetivo central, portanto, é delinear o perfil conceitual inicial dos professores em formação, identificando padrões de pensamento

predominantes e pontos de instabilidade que justificam a necessidade do processo formativo desenvolvido nesta pesquisa.

Categoria 1 - Neutralidade da Tecnologia

A categoria C1 reúne afirmativas que investigam em que medida os participantes compreendem a tecnologia como um instrumento neutro, separado dos contextos sociais, políticos, culturais e econômicos nos quais é produzida e utilizada. À luz da TCT, essa dimensão permite identificar a presença de concepções instrumentalistas, segundo as quais os efeitos da tecnologia dependeriam apenas do uso feito pelos sujeitos, bem como concepções mais críticas, que reconhecem a incorporação de valores, interesses e condicionantes sociais nos próprios artefatos e sistemas técnicos (Feenberg, 2015). Assim, as afirmativas apresentadas na Tabela 5 permitem observar se os licenciandos tendem a interpretar a tecnologia educacional como ferramenta isolada ou como construção sociotécnica situada.

Tabela 5 - Afirmativas associadas à categoria C1 - Neutralidade da Tecnologia no questionário inicial.

Nº	**Afirmativa**	**DF (n)**	**D (n)**	**I (n)**	**C (n)**	**CF (n)**
1	A tecnologia é uma ferramenta neutra e seu impacto depende exclusivamente do uso que as pessoas fazem dela.	4	1	0	1	1
2	O desenvolvimento tecnológico ocorre independentemente de fatores políticos, culturais e econômicos.	7	0	0	0	0
3	Duas tecnologias com a mesma função técnica sempre terão os mesmos impactos sociais e culturais.	7	0	0	0	0
6	Os impactos de uma tecnologia na educação são determinados apenas pela forma como os professores a utilizam.	3	3	0	0	1
9	A tecnologia educacional pode ser analisada separadamente de questões sociais e culturais.	5	2	0	0	0

Fonte: Elaboração própria

As afirmativas 1, 2, 3, 6 e 9 buscam delinear com maior precisão o modo como os participantes compreendem a relação entre tecnologia e condicionantes sociais. Ao se somarem as frequências de Discordo Fortemente (DF) e Discordo (D), observa-se que os sete participantes discordaram das afirmativas 2, 3 e 9 no questionário inicial. Esses dados indicam rejeição à ideia de que o desenvolvimento tecnológico ocorre independentemente de fatores políticos e culturais (2), de que tecnologias com a mesma função técnica produzem impactos invariáveis (3) e de que a tecnologia educacional pode ser analisada separadamente de questões sociais (9). Tal conjunto sugere que, no plano estrutural, os participantes não aderem a uma concepção tecnicista clássica nem a um determinismo tecnológico.

Entretanto, a análise torna-se mais complexa quando se observam as afirmativas 1 e 6. Na afirmativa 1 (“A tecnologia é uma ferramenta neutra e seu impacto depende exclusivamente do uso”), a discordância agregada (DF+D) reuniu cinco participantes, enquanto dois concordaram (C+CF). Esse resultado indica rejeição majoritária à concepção de neutralidade tecnológica, mas com menor intensidade do que a observada nas afirmativas voltadas aos condicionantes estruturais da tecnologia. De modo semelhante, na afirmativa 6 (“Os impactos de uma tecnologia na educação são determinados apenas pela forma como os professores a utilizam”), a discordância agregada alcançou seis participantes, com uma resposta de concordância forte. Nesse caso, a rejeição à ideia de que os efeitos educacionais da tecnologia dependem apenas do uso docente aparece mais consolidada. Em conjunto, os dados indicam que, embora haja crítica majoritária à neutralidade tecnológica, ainda subsistem traços de uma concepção instrumental centrada no uso individual, especialmente quando a neutralidade é formulada de maneira ampla, como na afirmativa 1. Assim, a crítica ao determinismo estrutural e à separação entre tecnologia e sociedade parece mais consolidada do que a crítica à neutralidade reformulada em termos de uso pedagógico.

Categoria 2 - Ambivalência Tecnológica

A categoria C2 foi investigada por meio de afirmativas que contrapõem visões lineares de progresso a interpretações mais abertas e contraditórias dos efeitos da tecnologia. Essa escolha é importante porque, no contexto educacional, a IA pode ser percebida tanto como solução para problemas pedagógicos quanto como fonte de novas tensões, desigualdades e desafios formativos (Sampaio Junior, 2022). Em vez de tratar a tecnologia como positiva ou negativa em si mesma, essa categoria permite examinar se os participantes reconhecem que seus efeitos dependem de disputas, formas de controle, condições institucionais e finalidades

pedagógicas. A Tabela 6 apresenta, portanto, os itens que serviram como indicadores iniciais dessa compreensão ambivalente.

Tabela 6 - Afirmativas associadas à Categoria 2 - Ambivalência Tecnológica no questionário inicial.

Nº	Afirmativa	DF (n)	D (n)	I (n)	C (n)	CF (n)
4	Os avanços tecnológicos são sempre positivos e impulsionam a sociedade para o progresso.	3	3	1	0	0
5	Uma mesma tecnologia pode ser usada tanto para a inclusão social quanto para a exclusão, dependendo de quem a controla.	0	0	0	1	6
10	A tecnologia sempre traz benefícios à sociedade, pois aprimora processos e amplia possibilidades.	3	2	0	1	1
13	A inteligência artificial na educação melhora a aprendizagem ao personalizar o ensino e atender às necessidades individuais dos alunos.	0	2	0	3	2
15	A introdução de novas tecnologias na sala de aula pode criar desafios para professores e alunos, exigindo adaptações e novas práticas pedagógicas.	0	0	0	0	7

Fonte: Elaboração própria.

Em relação a essa categoria, as afirmativas 4, 5, 10, 13 e 15 ajudam a caracterizar como os participantes percebem a tecnologia em termos de progresso, benefícios e impactos educacionais. Ao somarem-se DF e D para identificar rejeição às proposições deterministas, observa-se que a afirmativa 4 (“Os avanços tecnológicos são sempre positivos e impulsionam a sociedade para o progresso”) apresentou discordância agregada de seis participantes, além de uma resposta indiferente, indicando rejeição majoritária à noção de progresso automático da tecnologia no ensino. De modo semelhante, a afirmativa 10 (“A tecnologia sempre traz benefícios à sociedade, pois aprimora processos e amplia possibilidades.”) registrou discordância de cinco participantes, enquanto dois concordaram, sugerindo que a ideia de benefício universal não é predominante entre os participantes.

Por outro lado, a afirmativa 5 (“Uma mesma tecnologia pode ser usada tanto para a inclusão social quanto para a exclusão, dependendo de quem a controla.”) apresentou concordância agregada dos sete participantes (C+CF), evidenciando reconhecimento pleno da ambivalência tecnológica pelo grupo analisado. A afirmativa 15 (“A introdução de novas tecnologias na sala de aula pode criar desafios para professores e alunos, exigindo adaptações e novas práticas pedagógicas.”) também obteve concordância agregada dos sete participantes, reforçando a compreensão de que a inserção tecnológica demanda mediação, adaptação e revisão das práticas pedagógicas. Em contrapartida, a afirmativa 13 (“A inteligência artificial na educação melhora a aprendizagem ao personalizar o ensino e atender às necessidades individuais dos alunos.”) apresentou concordância de cinco participantes, enquanto dois discordaram, indicando tendência favorável às potencialidades de personalização, mas sem consenso.

Esse conjunto de dados revela um perfil ambivalente: os participantes rejeitam formulações explícitas de progresso inevitável ou benefício universal, mas demonstram abertura a enunciados que atribuem à IA potencial de aprimoramento da aprendizagem. Assim, não se observa adesão ao determinismo clássico, mas tampouco uma postura plenamente crítica diante das promessas associadas à IA educacional. O diagnóstico inicial sugere, portanto, coexistência entre reconhecimento da ambivalência estrutural da tecnologia e certo otimismo localizado quando a discussão se desloca para aplicações pedagógicas específicas.

Categoria 3 - Democratização da Tecnologia

A discussão sobre democratização na categoria C3 desloca o foco do simples uso de tecnologias para as condições sociais que tornam esse uso possível, equitativo e politicamente significativo. Por isso, as afirmativas desta categoria abordam acesso, desigualdade, políticas públicas e condições institucionais de apropriação tecnológica. Aqui, esses itens cumprem a função de verificar se os licenciandos associavam a democratização apenas à presença de recursos digitais ou se reconheciam que a participação democrática exige mediações estruturais, formação, infraestrutura e possibilidade de intervenção nos rumos da tecnologia, especialmente em um cenário no qual plataformas educacionais operam como arquiteturas sociotécnicas que organizam interações, distribuem possibilidades de ação e participam da reconfiguração das práticas educacionais (Decuypere; Grimaldi; Landri, 2021). Na Tabela 7, vemos as principais afirmativas que circulam este conceito.

Tabela 7 - Afirmativas associadas à Categoria 3 - Democratização da Tecnologia no questionário inicial.

Nº	Afirmativa	DF (n)	D (n)	I (n)	C (n)	CF (n)
11	As tecnologias digitais reduzem desigualdades sociais ao democratizar o acesso à informação.	1	0	3	3	0
12	O acesso às tecnologias digitais pode ampliar desigualdades sociais, pois nem todos têm as mesmas condições de utilizá-las plenamente.	0	0	0	0	7
21	Qualquer escola pode adotar tecnologia educacional de ponta se houver interesse dos gestores e professores.	6	0	0	1	0
24	Para que a tecnologia seja realmente democrática, é necessário que haja políticas públicas que garantam acesso e equidade.	0	0	0	0	7

Fonte: Elaboração própria.

As afirmativas 11, 12, 21 e 24 permitem examinar como os participantes percebem a relação entre acesso, desigualdade e democratização tecnológica. A afirmativa 11 (“As tecnologias digitais reduzem desigualdades sociais ao democratizar o acesso à informação.”) apresentou apenas uma resposta de discordância, enquanto três participantes concordaram (C+CF) e três se posicionaram como indiferentes. A distribuição revela que a associação direta entre acesso tecnológico e redução das desigualdades ainda não é amplamente problematizada pelo grupo, coexistindo adesão, indefinição e uma posição discordante.

Em contraste, a afirmativa 12 (“O acesso às tecnologias digitais pode ampliar desigualdades sociais, pois nem todos têm as mesmas condições de utilizá-las plenamente.”) apresentou concordância agregada dos sete participantes. A resposta indica reconhecimento consensual de que disponibilidade técnica e apropriação social não são equivalentes e de que as condições materiais e formativas interferem no uso das tecnologias.

A mesma direção aparece nas afirmativas relativas às condições institucionais e políticas. Na afirmativa 21 (“Qualquer escola pode adotar tecnologia educacional de ponta se houver interesse dos gestores e professores.”), a discordância agregada reuniu seis

participantes, enquanto um concordou, indicando forte reconhecimento de que a adoção tecnológica não depende apenas da vontade dos agentes escolares. Na afirmativa 24 (“Para que a tecnologia seja realmente democrática, é necessário que haja políticas públicas que garantam acesso e equidade.”), os sete participantes concordaram. Em conjunto, os resultados sugerem que o grupo reconhece a democratização tecnológica como problema político e institucional, ainda que a afirmativa 11 revele ambiguidades sobre os efeitos sociais do acesso à informação.

Categoria 4 - Valores e Pressupostos Técnicos

Nesta categoria, o questionário buscou identificar se os participantes percebiam que *softwares*, plataformas educacionais e sistemas de IA não são construções puramente técnicas, mas dispositivos atravessados por decisões, pressupostos e valores. Essa dimensão é particularmente relevante para a pesquisa porque permite aproximar o debate sobre inteligência artificial da noção de código técnico em Feenberg (2015), segundo a qual os artefatos incorporam escolhas sociais em sua própria configuração. As afirmativas selecionadas e expostas na Tabela 8, portanto, procuram revelar se os licenciandos reconheciam, desde o início do percurso formativo, que algoritmos e tecnologias educacionais podem expressar determinadas concepções de ensino, aprendizagem, eficiência, controle e avaliação.

Tabela 8 - Afirmativas associadas à Categoria 4 - Valores e Pressupostos Técnicos no questionário inicial.

Nº	**Afirmativa**	**DF (n)**	**D (n)**	**I (n)**	**C (n)**	**CF (n)**
7	O *design* de um *software* educacional reflete escolhas políticas e pedagógicas, mesmo que seus desenvolvedores não percebam.	0	0	0	1	6
26	Os algoritmos de inteligência artificial são imparciais e apenas processam dados de forma objetiva.	3	2	1	0	1
27	Os algoritmos de inteligência artificial podem reproduzir e amplificar preconceitos sociais e econômicos.	1	0	0	2	4

Fonte: Elaboração própria.

As afirmativas 7, 26 e 27 examinam se os participantes reconhecem valores, escolhas e vieses na constituição das tecnologias. A afirmativa 7 ("O *design* de um *software* educacional reflete escolhas políticas e pedagógicas, mesmo que seus desenvolvedores não percebam.") apresentou concordância agregada dos sete participantes (C+CF), indicando reconhecimento consensual de que o desenho técnico não é neutro. De modo convergente, a afirmativa 27 ("Os algoritmos de inteligência artificial podem reproduzir e amplificar preconceitos sociais e econômicos.") obteve concordância agregada de seis participantes, enquanto um discordou fortemente, evidenciando percepção majoritária, embora não unânime, dos vieses algorítmicos.

Complementarmente, a afirmativa 26 ("Os algoritmos de inteligência artificial são imparciais e apenas processam dados de forma objetiva.") apresentou discordância agregada de cinco participantes (DF+D), uma resposta indiferente e uma de concordância forte. A distribuição indica rejeição majoritária, mas não consensual, à ideia de neutralidade algorítmica. O conjunto desses resultados sugere sensibilidade declarada aos valores e pressupostos técnicos incorporados às tecnologias, embora a ocorrência de respostas dissonantes recomende cautela. Diferentemente do que se observou em C1, a crítica aparece aqui associada mais diretamente ao desenho, aos dados e aos algoritmos.

Categoria 5 - Instrumentalização Primária e Secundária

As afirmativas relacionadas à categoria C5 foram organizadas com o objetivo de investigar a visão que os estudantes possuem sobre a relação entre funcionalidade técnica e apropriação pedagógica. Essa categoria permite diferenciar, de um lado, a tendência de reduzir a tecnologia a uma ferramenta eficiente e previamente funcionalizada e, de outro, a possibilidade de reinseri-la em contextos concretos de uso, nos quais professores e estudantes podem reinterpretá-la, adaptá-la ou tensionar suas finalidades. No caso das tecnologias educacionais e da IA, essa distinção é decisiva para analisar se os participantes percebiam apenas a utilidade operacional dos recursos ou também seus limites, restrições e possibilidades de ressignificação no cotidiano escolar. Confira a tabela 9.

Tabela 9 - Afirmativas associadas à Categoria 5 - Instrumentalização Primária a Secundária no questionário inicial.

Nº	Afirmativa	DF (n)	D (n)	I (n)	C (n)	CF (n)
28	Os professores podem adaptar qualquer tecnologia educacional à sua realidade, independentemente dos valores embutidos nela.	4	1	0	1	1
30	As tecnologias educacionais não são apenas ferramentas, pois já vêm com restrições e finalidades pré definidas pelo seu *design*.	0	0	2	0	5
31	Os *softwares* educacionais podem ser aplicados em qualquer contexto de ensino sem necessidade de adaptações.	6	1	0	0	0
32	O sucesso do uso de uma tecnologia educacional depende de sua adaptação às necessidades específicas de cada sala de aula.	0	0	0	2	5
33	A adoção de novas tecnologias pode modificar a dinâmica da sala de aula, alterando o papel do professor e dos alunos.	0	2	2	0	3
34	A tecnologia, por si só, não muda os métodos de ensino; ela apenas complementa práticas já existentes.	0	2	1	0	4
35	O uso de tecnologia pode levar à criação de novas formas de ensinar e aprender, transformando a prática pedagógica.	0	0	0	2	5
36	As tecnologias digitais sempre aumentam a autonomia dos professores no processo de ensino.	4	2	0	0	1
37	O uso de algumas tecnologias educacionais pode limitar a autonomia do professor, impondo métodos específicos de ensino.	2	0	1	2	2

Fonte: Elaboração própria.

As afirmativas 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 e 37 exploram as relações entre restrições técnicas, adaptação contextual e transformação das práticas. A afirmativa 30 (“As tecnologias educacionais não são apenas ferramentas, pois já vêm com restrições e finalidades

predefinidas pelo seu *design*.") apresentou concordância agregada de cinco participantes, enquanto dois permaneceram indiferentes. A afirmativa 31 ("Os *softwares* educacionais podem ser aplicados em qualquer contexto de ensino sem necessidade de adaptações.") recebeu discordância agregada dos sete participantes. De modo coerente, a afirmativa 32 ("O sucesso do uso de uma tecnologia educacional depende de sua adaptação às necessidades específicas de cada sala de aula.") obteve concordância agregada dos sete participantes. Esses resultados indicam reconhecimento consistente de que o uso educacional exige recontextualização e de que as tecnologias impõem limites e possibilidades previamente configurados.

Entretanto, a afirmativa 28 ("Os professores podem adaptar qualquer tecnologia educacional à sua realidade, independentemente dos valores embutidos nela.") registrou discordância agregada de cinco participantes, enquanto dois concordaram. A distribuição sugere que a maioria reconhece limites à adaptação docente, mas persistem posições que atribuem ao professor uma capacidade quase irrestrita de apropriação. Na afirmativa 34 ("A tecnologia, por si só, não muda os métodos de ensino; ela apenas complementa práticas já existentes."), a concordância agregada reuniu quatro participantes, enquanto dois discordaram e um permaneceu indiferente. Já a afirmativa 35 ("O uso de tecnologia pode levar à criação de novas formas de ensinar e aprender, transformando a prática pedagógica.") obteve concordância agregada dos sete participantes. A coexistência dessas respostas expressa a ambivalência entre continuidade e transformação: a tecnologia pode sustentar práticas existentes, mas também pode participar da reorganização das formas de ensinar e aprender.

Por fim, as afirmativas 36 e 37 revelam tensões quanto à autonomia docente. Apenas um participante concordou que as tecnologias digitais "sempre aumentam" a autonomia dos professores (36), enquanto quatro concordaram que determinadas tecnologias podem limitá-la ao impor métodos específicos de ensino (37). A presença de duas respostas de discordância forte e uma resposta indiferente na afirmativa 37 indica que essa compreensão não é homogênea. Os dados sugerem, portanto, que o grupo reconhece a possibilidade de condicionamento técnico da prática, mas ainda apresenta diferentes graus de elaboração quanto à relação entre desenho tecnológico, reapropriação e autonomia docente.

Categoria 6 - Transformação da Vida Cotidiana

A presença crescente das TDIC não altera apenas procedimentos escolares, mas também reorganiza tempos, hábitos, relações sociais e formas de experiência (Machado;

Pastorio, 2022). Por esse motivo, esta categoria reúne afirmativas voltadas à percepção dos participantes sobre os efeitos da tecnologia na vida cotidiana, incluindo possibilidades de flexibilidade, adaptação, dependência, sobrecarga e intensificação das rotinas. No questionário inicial, tais itens permitem observar se os licenciandos percebem a inserção tecnológica como processo natural e espontâneo ou se reconheciam que a incorporação de novos sistemas técnicos exige mediações sociais, mudanças práticas e reorganizações subjetivas e institucionais. Veja a tabela 10.

Tabela 10 - Afirmativas associadas à Categoria 6 - Transformação da Vida Cotidiana no questionário inicial.

Nº	**Afirmativa**	**DF (n)**	**D (n)**	**I (n)**	**C (n)**	**CF (n)**
38	A introdução de novas tecnologias no dia a dia das pessoas acontece de forma natural e espontânea, sem necessidade de mediação ou adaptação.	3	3	1	0	0
39	A adoção de novas tecnologias transforma hábitos, comportamentos e relações sociais, exigindo adaptação constante das pessoas.	0	0	0	3	4
40	O uso excessivo de tecnologias pode gerar dependência e aumentar a sobrecarga de informações na vida cotidiana.	0	0	0	1	6
41	A tecnologia permite maior liberdade e flexibilidade no trabalho e na educação, possibilitando novas formas de organização da rotina.	0	0	2	0	5
42	O uso crescente de tecnologia no trabalho e na educação pode aumentar a pressão por disponibilidade constante e reduzir o tempo de descanso.	0	0	0	2	5

Fonte: Elaboração própria.

As afirmativas 38, 39, 40, 41 e 42 abordam os efeitos das tecnologias sobre hábitos, rotinas e relações cotidianas. Nas afirmativas 39 (“A adoção de novas tecnologias transforma hábitos, comportamentos e relações sociais, exigindo adaptação constante das pessoas.”) e 40

(“O uso excessivo de tecnologias pode gerar dependência e aumentar a sobrecarga de informações na vida cotidiana.”), os sete participantes concordaram. O resultado indica reconhecimento consensual de que a inserção tecnológica não se reduz à adoção de ferramentas, mas participa da reorganização das práticas sociais, dos ritmos de vida e das formas de interação.

Entretanto, a afirmativa 38 (“A introdução de novas tecnologias no dia a dia das pessoas acontece de forma natural e espontânea, sem necessidade de mediação ou adaptação.”) apresentou discordância agregada de seis participantes (DF+D), acompanhada de uma resposta indiferente. A distribuição reforça a compreensão de que a integração tecnológica exige aprendizagem, negociação e adaptação. Nas afirmativas 41 e 42, aparece uma tensão característica da ambivalência tecnológica: cinco participantes concordaram que a tecnologia permite maior liberdade e flexibilidade no trabalho e na educação (41), enquanto dois se mostraram indiferentes; ao mesmo tempo, os sete concordaram que seu uso crescente pode aumentar a pressão por disponibilidade constante e reduzir o tempo de descanso (42). Assim, os participantes reconhecem simultaneamente possibilidades de flexibilização e novas formas de intensificação da vida cotidiana, sem reduzir a tecnologia a um efeito exclusivamente positivo ou negativo.

Categoria 7 - Impactos Sociais e Culturais

A categoria C7 foi abordada por meio de afirmativas que ampliam a análise para além da sala de aula, considerando temas como comunicação, participação social, diversidade cultural, liberdade de expressão, controle corporativo e preservação de conhecimentos tradicionais. Essa categoria é necessária porque a formação docente crítica não pode restringir a IA e as tecnologias digitais ao seu uso didático imediato; deve também interrogar os efeitos mais amplos desses sistemas sobre a cultura, a circulação de informações e as relações de poder. Desse modo, os itens apresentados na Tabela 11 permitem mapear se os licenciandos já mobilizavam uma leitura sociocultural da tecnologia ou se predominavam concepções mais otimistas e generalizantes sobre seus efeitos.

Tabela 11 - Afirmativas associadas à Categoria 7 - Impactos Sociais e Culturais no questionário inicial.

Nº	Afirmativa	DF (n)	D (n)	I (n)	C (n)	CF (n)
43	A tecnologia promove integração social ao facilitar a comunicação e o acesso à informação para todos.	1	3	2	1	0
44	O uso de redes sociais e outras tecnologias digitais fortalece a diversidade cultural ao permitir maior visibilidade para diferentes grupos.	1	2	2	0	2
45	O acesso irrestrito à tecnologia garante liberdade de expressão e participação ativa na sociedade.	5	1	0	1	0
46	O controle das tecnologias por grandes corporações pode limitar a liberdade de expressão e restringir o debate público.	0	1	1	0	5
47	As tecnologias digitais ajudam a preservar o conhecimento tradicional e a identidade cultural dos povos.	3	3	1	0	0
48	A digitalização do conhecimento pode enfraquecer práticas culturais tradicionais, substituindo-as por modelos tecnológicos globalizados.	0	0	1	2	4

Fonte: Elaboração própria.

As afirmativas 43, 44, 45, 46, 47 e 48 examinam consequências sociais e culturais das tecnologias digitais. Na afirmativa 45 (“O acesso irrestrito à tecnologia garante liberdade de expressão e participação ativa na sociedade.”), a discordância agregada reuniu seis participantes, enquanto um concordou, indicando rejeição majoritária à ideia de que o acesso técnico, por si só, assegura participação democrática. Na afirmativa 46 (“O controle das tecnologias por grandes corporações pode limitar a liberdade de expressão e restringir o debate público.”), a concordância agregada alcançou cinco participantes, acompanhada de uma discordância e uma resposta indiferente. Os resultados evidenciam percepção relevante, embora não consensual, das relações entre concentração de poder tecnológico e esfera pública.

As afirmativas 43 e 44 apresentaram maior dispersão. Na afirmativa 43 (“A tecnologia promove integração social ao facilitar a comunicação e o acesso à informação para todos.”),

quatro participantes discordaram, um concordou e dois permaneceram indiferentes. Na afirmativa 44 (“O uso de redes sociais e outras tecnologias digitais fortalece a diversidade cultural ao permitir maior visibilidade para diferentes grupos.”), três discordaram, dois concordaram e dois se mostraram indiferentes. Essas distribuições indicam que os efeitos sociais e culturais das tecnologias são percebidos de forma ambígua: coexistem expectativas de integração e visibilidade com o reconhecimento de que acesso, comunicação e participação não se distribuem igualmente.

A mesma tensão aparece nas afirmativas 47 e 48. Na afirmativa 47 (“As tecnologias digitais ajudam a preservar o conhecimento tradicional e a identidade cultural dos povos.”), a discordância agregada reuniu seis participantes, com uma resposta indiferente. Já a afirmativa 48 (“A digitalização do conhecimento pode enfraquecer práticas culturais tradicionais, substituindo-as por modelos tecnológicos globalizados.”) apresentou concordância agregada de seis participantes, acompanhada de uma resposta indiferente. O conjunto sugere predominância de uma leitura crítica sobre os riscos de homogeneização cultural e sobre os limites da digitalização como estratégia de preservação. Contudo, esse resultado deve ser interpretado como posicionamento declarado diante dos enunciados, e não como evidência de que os participantes tenham elaborado, de forma estável, todas as mediações sociais e políticas envolvidas.

Categoria 8 - Automação e papel docente

A última categoria concentra-se diretamente na relação entre IA, automação educacional e trabalho docente. As afirmativas foram selecionadas para tensionar discursos que atribuem à IA a possibilidade de substituir o professor, automatizar a mediação pedagógica ou redefinir as responsabilidades profissionais no ensino. No início da formação, essa dimensão é especialmente importante porque permite identificar se os licenciandos concebiam a automação como ameaça, apoio técnico, reorganização do trabalho ou simples ampliação da eficiência educacional. A Tabela 12 apresenta os itens que permitem examinar essas concepções iniciais, considerando a centralidade da presença humana, da mediação pedagógica e da responsabilidade ética na docência.

Tabela 12 - Afirmativas associadas à Categoria 8 - Automação e papel docente no questionário inicial.

Nº	Afirmativa	DF (n)	D (n)	I (n)	C (n)	CF (n)
8	A inteligência artificial pode substituir o professor sem afetar a dinâmica pedagógica da sala de aula.	5	2	0	0	0
49	A automação educacional pode sobrecarregar os professores, exigindo que dominem múltiplas plataformas e se adaptem a novas demandas tecnológicas.	0	0	0	2	5
50	A inteligência artificial pode substituir completamente o professor em algumas disciplinas e níveis de ensino.	6	1	0	0	0
51	A presença do professor é insubstituível na educação, pois a aprendizagem envolve aspectos humanos que a automação não consegue reproduzir.	0	0	0	0	7

Fonte: Elaboração própria.

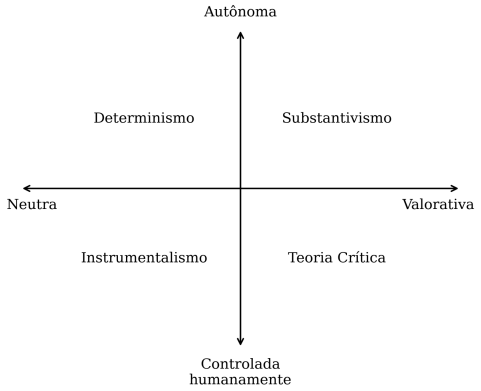
As afirmativas 8, 49, 50 e 51 examinam as relações entre automação, intensificação do trabalho e papel docente. Na afirmativa 8 (“A inteligência artificial pode substituir o professor sem afetar a dinâmica pedagógica da sala de aula.”), os sete participantes discordaram. A mesma direção aparece na afirmativa 50 (“A inteligência artificial pode substituir completamente o professor em algumas disciplinas e níveis de ensino.”), que também recebeu discordância agregada dos sete participantes. Os resultados indicam rejeição consensual à substituição integral do professor e reconhecimento de que a atividade docente envolve dimensões relacionais, pedagógicas e contextuais que não podem ser reduzidas à execução automatizada de tarefas.

De modo complementar, a afirmativa 51 (“A presença do professor é insubstituível na educação, pois a aprendizagem envolve aspectos humanos que a automação não consegue reproduzir.”) obteve concordância agregada dos sete participantes. A afirmativa 49 (“A automação educacional pode sobrecarregar os professores, exigindo que dominem múltiplas plataformas e se adaptem a novas demandas tecnológicas.”) também recebeu concordância agregada dos sete participantes. O conjunto aponta para uma compreensão crítica da automação: ao mesmo tempo que se rejeita a substituição docente, reconhece-se que a

inserção tecnológica pode intensificar exigências, ampliar responsabilidades e reorganizar o trabalho do professor.

Considerando o panorama geral das categorias analisadas, a interpretação das respostas do questionário inicial pode ser melhor compreendida por meio de uma leitura distribuída no plano cartesiano apresentado na Figura 2, no qual o eixo horizontal representa a oposição entre concepções de tecnologia neutra e valorativa, e o eixo vertical distingue entre tecnologia autônoma e controlada humanamente.

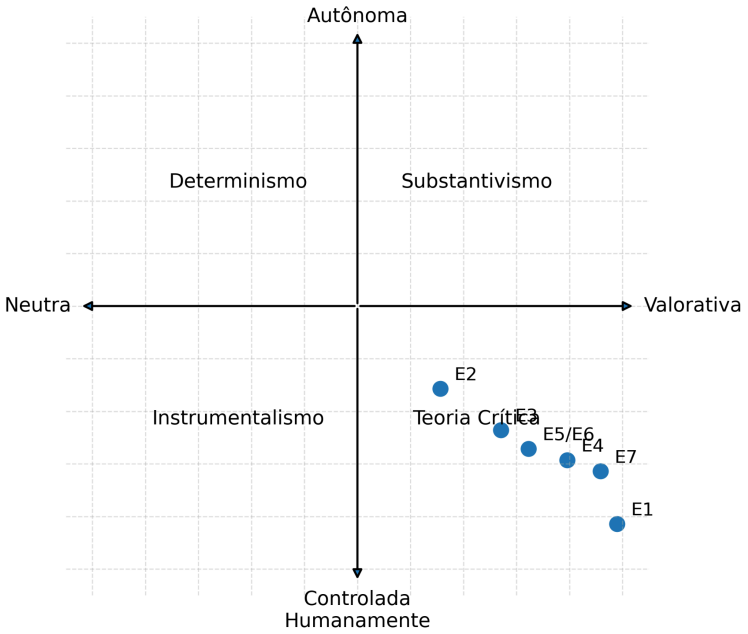
Figura 2: Teorias modernas da Tecnologia.



Fonte: Adaptado de Feenberg (2015, p. 125)

A Figura 2 funciona, nesta análise, como matriz teórica para interpretar as respostas do questionário. Para evitar que a leitura permaneça apenas no nível descritivo ou agregado, as respostas dos sete licenciandos presentes nas duas aplicações foram projetadas nesse plano segundo os eixos neutralidade/valoratividade e autonomia tecnológica/controle humano. Os itens utilizados, a recodificação, a fórmula de normalização e o tratamento das respostas ausentes encontram-se explicitados na seção 3.6.1. A Figura 2a apresenta a projeção do questionário inicial para esse conjunto comparável, permitindo observar tendências e diferenças internas entre os respondentes.

Figura 2a – Posicionamento dos licenciandos no plano das teorias modernas da tecnologia: questionário inicial (n = 7)



Fonte: autoria própria.

A projeção evidencia que os sete participantes se concentram no quadrante da Teoria Crítica, embora em posições distintas. P1 e P7 apresentam os índices mais elevados nos dois eixos, enquanto P2 ocupa a posição relativamente mais próxima do centro. P5 e P6 aparecem sobrepostos, indicando resultados idênticos na síntese calculada. A dispersão interna mostra que a localização comum no quadrante crítico não implica homogeneidade: diferentes combinações de respostas podem produzir graus distintos de aproximação à leitura valorativa da tecnologia e à ênfase no controle humano.

Essa interpretação permite compreender, de forma mais precisa, as oscilações identificadas nas categorias. Na C1, por exemplo, a rejeição total à neutralidade estrutural nas afirmativas 2, 3 e 9 convive com traços de neutralidade reformulada em termos de uso individual nas afirmativas 1 e 6. Na C2, a concordância integral com a ambivalência tecnológica coexiste com uma leitura inicialmente otimista sobre a personalização do ensino pela IA. Na C3, o reconhecimento da desigualdade estrutural e da necessidade de políticas públicas convive com certa hesitação diante da ideia de democratização automática pelo acesso. Assim, a Figura 2a mostra que tais tensões não deslocam os participantes para outros quadrantes, mas indicam que a criticidade inicial ainda não se apresenta de forma homogênea ou estabilizada.

Desse modo, o questionário inicial sugere que os licenciandos já manifestam, no plano declarativo, uma orientação predominantemente crítica, mas atravessada por ambiguidades conceituais. Essa orientação não deve ser interpretada como criticidade consolidada, pois as

respostas indicam diferentes intensidades de adesão às categorias da TCT e preservam traços de neutralidade reformulada em termos de uso individual, otimismo pedagógico diante da IA e hesitações quanto à democratização automática pelo acesso. Em termos analíticos, o dado inicial reforça a necessidade de compreender a formação docente não como passagem simples de uma visão acrítica para uma visão crítica da tecnologia, mas como processo de explicitação, tensionamento e reorganização parcial de concepções já heterogêneas.

4.1.2 Questionário Final

Diferentemente da análise anterior, centrada exclusivamente no diagnóstico inicial, a leitura do questionário final será conduzida em diálogo direto com os resultados prévios, buscando identificar permanências, deslocamentos e possíveis reconfigurações conceituais após o percurso formativo. Não se pretende realizar uma descrição completa de todas as proposições, mas selecionar aquelas que melhor se apresentam como indicadores de transformação ou estabilidade nas concepções relativas às categorias desenvolvidas.

Categoria 1 - Neutralidade da Tecnologia

Após o diagnóstico inicial, no qual já aparecia uma rejeição importante à separação rígida entre tecnologia e sociedade

Observação: nesta subseção, todas as frequências do questionário final referem-se aos sete respondentes. Por essa razão, os resultados são apresentados em números absolutos, sem a repetição do denominador em cada ocorrência.

, a retomada da categoria C1 no questionário final permite verificar se essa posição se manteve ou se foi tensionada ao longo da formação. As afirmativas selecionadas continuam operando como indicadores da oposição entre uma leitura instrumental, centrada no uso individual, e uma leitura valorativa, na qual a tecnologia é compreendida como construção social atravessada por interesses, contextos e escolhas históricas.

Tabela 13 - Afirmativas associadas à Categoria 1 - Neutralidade da Tecnologia no questionário final.

Nº	**Afirmativa**	**DF (n)**	**D (n)**	**I (n)**	**C (n)**	**CF (n)**

1	A tecnologia é uma ferramenta neutra e seu impacto depende exclusivamente do uso que as pessoas fazem dela.	3	0	0	2	2
2	O desenvolvimento tecnológico ocorre independentemente de fatores políticos, culturais e econômicos.	2	5	0	0	0
3	Duas tecnologias com a mesma função técnica sempre terão os mesmos impactos sociais e culturais.	3	2	2	0	0
6	Os impactos de uma tecnologia na educação são determinados apenas pela forma como os professores a utilizam.	2	3	0	2	0
9	A tecnologia educacional pode ser analisada separadamente de questões sociais e culturais.	3	2	0	0	2

Fonte: Elaboração própria

A afirmativa 2 manteve discordância agregada dos sete participantes (DF+D) no questionário final, assim como já ocorrera entre os oito respondentes do momento inicial. Isso indica estabilidade na rejeição à ideia de que o desenvolvimento tecnológico ocorre independentemente de fatores sociais, políticos, culturais e econômicos, bem como à compreensão de que a tecnologia se desenvolve apenas com base em critérios puramente técnicos. De modo distinto, as afirmativas 3 e 9 apresentaram cinco participantes em discordância agregada no questionário final, frequência inferior à unanimidade observada entre os oito respondentes iniciais. No caso da afirmativa 3, essa redução não se converteu em concordância, mas em aumento da indiferença, sugerindo menor estabilidade na rejeição à ideia de que tecnologias com a mesma função produzem impactos sociais equivalentes. Já na afirmativa 9, a queda da discordância veio acompanhada de 2 respostas de concordância forte, indicando uma oscilação mais sensível quanto à possibilidade de analisar a tecnologia educacional separadamente de questões sociais e culturais. Assim, embora a rejeição permaneça majoritária, os dados finais apontam menor homogeneidade na crítica à separação entre técnica e sociedade.

Entretanto, a afirmativa 1 revelou o deslocamento mais expressivo. No questionário inicial, a discordância agregada reunia cinco participantes, com duas respostas de concordância e uma de indiferença. No questionário final, a discordância agregada caiu para 3, tornando-se minoritária diante da concordância agregada (C+CF), que passou a 4. Esse

movimento indica fortalecimento da concepção de que o impacto tecnológico depende essencialmente do uso, reintroduzindo traços de neutralidade instrumental centrada na agência individual. Tendência semelhante, embora menos acentuada, aparece na afirmativa 6, cuja discordância agregada passou de sete participantes no questionário inicial para cinco no questionário final, enquanto a concordância aumentou de 1 para 2. O conjunto sugere que, embora a rejeição ao determinismo estrutural permaneça presente, houve flexibilização na crítica à neutralidade quando esta é reformulada em termos de uso pedagógico, mediação docente e adaptação contextual.

Essa flexibilização, contudo, não deve ser interpretada como retorno pleno à concepção de tecnologia neutra. Quando confrontado com outras evidências do estudo de caso, especialmente a Tarefa 1, a Tarefa 2 e os registros dos Encontros 7 e 8, esse deslocamento revela uma tensão mais específica: os licenciandos continuam reconhecendo valores incorporados ao *design*, limites estruturais das ferramentas e a necessidade de validação docente, mas passam a atribuir maior peso à agência situada do professor na mediação, adaptação e recontextualização pedagógica das tecnologias. Nesse sentido, a neutralidade não reaparece como crença plena na ausência de valores técnicos, mas como tendência a deslocar a análise dos condicionantes sociotécnicos para a ação do usuário em contextos educacionais imediatos. Essa oscilação encontra ressonância em Ouyang e Jiao (2021), ao distinguirem diferentes paradigmas de IA na educação, desde modelos dirigidos pela IA, nos quais o estudante aparece como receptor, até perspectivas em que a IA atua como apoio ou ampliação da agência humana.

Essa interpretação é corroborada e tensionada pelas demais fontes do estudo de caso. Na Tarefa 1, os licenciandos reconhecem que tecnologias educacionais, como PhET, Kahoot e Google Classroom, incorporam escolhas de *design*, valores pedagógicos e formas específicas de organização da ação docente. Contudo, em alguns casos, essa crítica permanece circunscrita ao plano pedagógico imediato, sem avançar para uma problematização mais ampla das estruturas sociais, econômicas e políticas que condicionam o desenvolvimento tecnológico. Já na Tarefa 2 e nos encontros finais, a experiência com IA generativa reforça a percepção de que a qualidade dos resultados depende da ação do usuário, especialmente da formulação de comandos, da revisão das respostas e da recontextualização docente. Esse resultado também se aproxima de Zawacki-Richter et al. (2019), ao apontarem que parte significativa das pesquisas sobre IA na educação tende a privilegiar aspectos técnicos e computacionais, deixando em segundo plano a participação dos educadores e as mediações pedagógicas envolvidas. De modo complementar, Chiu et al. (2023) indicam que as

oportunidades educacionais da IA não se realizam automaticamente, pois dependem de desenho pedagógico, preparação docente, avaliação crítica e atenção aos desafios éticos e contextuais. Desse modo, as demais fontes ajudam a compreender a aparente oscilação do questionário final: os licenciandos não retornam a uma neutralidade consolidada, mas passam a valorizar a mediação humana como elemento decisivo, ainda que essa valorização possa, em alguns momentos, obscurecer parcialmente os condicionantes inscritos no próprio sistema técnico.

Categoria 2 - Ambivalência Tecnológica

No caso da categoria C2, interessa observar se a percepção inicial de que a tecnologia não produz efeitos únicos ou automaticamente positivos permaneceu estável no encerramento do percurso formativo. As afirmativas desta categoria buscam comparar a adesão dos licenciandos a discursos de progresso inevitável com o reconhecimento de que uma mesma tecnologia, inclusive a IA, pode favorecer tanto práticas inclusivas quanto processos de exclusão, controle ou intensificação das desigualdades.

Tabela 14 - Afirmativas associadas à Categoria 2 - Ambivalência Tecnológica no questionário final.

Nº	**Afirmativa**	**DF (n)**	**D (n)**	**I (n)**	**C (n)**	**CF (n)**
4	Os avanços tecnológicos são sempre positivos e impulsionam a sociedade para o progresso.	2	3	0	2	0
5	Uma mesma tecnologia pode ser usada tanto para a inclusão social quanto para a exclusão, dependendo de quem a controla.	0	0	0	2	5
10	A tecnologia sempre traz benefícios à sociedade, pois aprimora processos e amplia possibilidades.	2	3	0	2	0
13	A inteligência artificial na educação melhora a aprendizagem ao personalizar o ensino e atender às necessidades individuais dos alunos.	0	1	4	0	2

15	A introdução de novas tecnologias na sala de aula pode criar desafios para professores e alunos, exigindo adaptações e novas práticas pedagógicas.	0	0	2	0	5

Fonte: Elaboração própria

As afirmativas 4 e 10 mantiveram padrão de rejeição majoritária às formulações de progresso automático e benefício universal, com 5 respostas de discordância agregada (DF+D) no questionário final. No caso da afirmativa 4, observa-se redução em relação ao questionário inicial, no qual a discordância agregada havia reunido sete participantes, indicando leve diminuição na rejeição à ideia de que os avanços tecnológicos são sempre positivos e impulsionam a sociedade para o progresso. Já na afirmativa 10, a frequência final permaneceu relativamente estável em relação ao momento inicial, no qual a discordância agregada havia reunido seis participantes. Assim, embora a rejeição ao progresso automático tenha se tornado menos homogênea na afirmativa 4, a ideia de que a tecnologia "sempre" traz benefícios não se tornou dominante entre os participantes.

A afirmativa 5 permaneceu com concordância agregada dos sete participantes (C+CF), revelando estabilidade no reconhecimento da ambivalência tecnológica. Já a afirmativa 15 apresentou, no questionário final, 5 respostas de forte concordância (CF) e 2 respostas de indiferença (I), indicando redução em relação ao padrão inicial, no qual os oito participantes haviam assinalado forte concordância. Embora a concordância permaneça predominante, o surgimento de respostas indiferentes sugere leve atenuação na consolidação dessa percepção, apontando para menor uniformidade no reconhecimento de que a incorporação tecnológica implica adaptações e tensões pedagógicas.

Por outro lado, a afirmativa 13 apresentou distribuição distinta no questionário final, com predominância de respostas indiferentes (4), acompanhadas de 2 respostas de concordância agregada (C+CF) e 1 resposta de discordância (D). Diferentemente do padrão observado no diagnóstico inicial, em que a concordância agregada reunia seis participantes, não se observa maioria favorável à proposição no questionário final, mas uma dispersão que indica ausência de posicionamento consolidado quanto ao potencial pedagógico da IA. Esse resultado sugere que a leitura otimista anteriormente identificada não se mantém de forma estável, sendo substituída por uma postura mais cautelosa ou indefinida diante das propostas associadas à personalização do ensino. Assim, na categoria C2, observa-se manutenção da crítica às formulações deterministas de progresso inevitável e benefício universal, combinada,

no caso da IA, não com a permanência de expectativas positivas, mas com um deslocamento para uma zona de indeterminação interpretativa. Essa cautela encontra respaldo em Lo (2023), ao indicar que a IA generativa de texto pode apoiar professores na geração de materiais e estudantes em processos de tutoria, mas que seu desempenho varia conforme o domínio de conhecimento e permanece atravessado por problemas de confiabilidade, produção de informações falsas e necessidade de formação de professores e estudantes para o uso responsável. Assim, a indiferença observada na afirmativa 13 pode indicar não uma rejeição à personalização, mas a percepção de que seus efeitos pedagógicos não são automáticos.

Categoria 3 - Democratização da Tecnologia

Na categoria C3, o questionário final evidencia uma tensão importante: por um lado, consolida-se a percepção de que o acesso desigual às tecnologias pode ampliar desigualdades sociais; por outro, enfraquece parcialmente a crítica à ideia de que a adoção tecnológica depende apenas do interesse de gestores e professores. Em relação ao momento inicial, portanto, não se observa uma simples progressão linear rumo a uma compreensão mais crítica, mas uma reconfiguração na qual a desigualdade estrutural é reconhecida, ainda que algumas explicações centradas na vontade institucional permaneçam ativas.

Tabela 15 - Afirmativas associadas à Categoria 3 - Democratização da Tecnologia no questionário final.

Nº	**Afirmativa**	**DF (n)**	**D (n)**	**I (n)**	**C (n)**	**CF (n)**
11	As tecnologias digitais reduzem desigualdades sociais ao democratizar o acesso à informação.	0	2	3	2	0
12	O acesso às tecnologias digitais pode ampliar desigualdades sociais, pois nem todos têm as mesmas condições de utilizá-las plenamente.	0	0	0	1	6
21	Qualquer escola pode adotar tecnologia educacional de ponta se houver interesse dos gestores e professores.	3	0	2	0	2
24	Para que a tecnologia seja realmente democrática, é necessário que haja	0	0	2	0	5

	políticas públicas que garantam acesso e equidade.					

Fonte: Elaboração própria

As afirmativas selecionadas permitem avaliar se houve consolidação ou flexibilização da compreensão acerca das condições estruturais de acesso e participação. Na afirmativa 11, a discordância agregada (DF+D) passou de um participante no momento inicial para dois no questionário final. Embora esse aumento indique maior questionamento da ideia de democratização automática pelo acesso à informação, a concordância agregada (C+CF) e indiferença (I) ainda permaneceu expressiva, alcançando 5. Esse resultado revela que a narrativa do acesso como mecanismo de redução de desigualdades não foi plenamente rejeitada, ainda que tenha perdido parte de sua força em relação ao diagnóstico inicial, no qual três participantes concordavam com a proposição.

Em contraste, a afirmativa 12 manteve concordância agregada dos sete participantes (C+CF) no questionário final, assim como já ocorrera no questionário inicial, indicando estabilidade no reconhecimento de que condições desiguais de uso podem intensificar assimetrias sociais. Esse resultado reforça a percepção estrutural já presente no início do percurso e indica que os licenciandos reconhecem que o acesso às tecnologias não se traduz automaticamente em equidade. Tal achado encontra respaldo na literatura recente sobre desigualdade digital, que evidencia a insuficiência do acesso material como critério de democratização, destacando que diferenças em competências, usos e condições socioculturais de apropriação tecnológica tendem a reproduzir desigualdades preexistentes (Van Dijk, 2020; Helsper, 2021).

A afirmativa 21, relativa à ideia de que a adoção de tecnologias educacionais de ponta dependeria principalmente do interesse de gestores e professores, apresentou redução significativa na discordância agregada, que passou de sete participantes no questionário inicial para três no questionário final. Esse deslocamento exige cautela interpretativa, pois não indica adesão majoritária à proposição, mas sugere enfraquecimento da rejeição inicial a explicações centradas na vontade institucional dos sujeitos escolares. A presença de 2 respostas de indiferença e 2 respostas de concordância forte indica que, ao final do percurso, parte do grupo passou a admitir ou a não rejeitar de modo explícito a ideia de que o interesse local de gestores e professores pode ser condição suficiente para a adoção tecnológica. Já a afirmativa 24 manteve concordância agregada majoritária de 5, embora inferior à unanimidade observada entre os oito respondentes no momento inicial, indicando permanência, mas com

menor homogeneidade, da compreensão de que políticas públicas são necessárias para garantir acesso e equidade.

Em conjunto, a categoria C3 revela uma tensão importante: mantém-se de forma estável o reconhecimento de que a desigualdade tecnológica possui dimensão estrutural, especialmente pela concordância integral com a afirmativa 12, mas observa-se menor estabilidade na crítica a interpretações que atribuem a adoção tecnológica à iniciativa local de gestores e professores. Essa tensão pode ser compreendida à luz da literatura sobre desigualdade digital, que aponta que a democratização tecnológica não depende apenas da disponibilidade de artefatos, mas de condições materiais, culturais, formativas e institucionais de apropriação (Van Dijk, 2020; Helsper, 2021). Nesse sentido, os dados sugerem que os licenciandos reconhecem a importância do acesso e das políticas públicas, mas ainda oscilam quanto ao peso das estruturas que condicionam a presença efetiva das tecnologias nas escolas. A contribuição de Decuypere, Grimaldi e Landri (2021) ajuda a aprofundar essa leitura, ao indicar que plataformas e tecnologias educacionais operam como infraestruturas sociotécnicas que organizam possibilidades de ação, distribuem recursos e condicionam formas de participação. Assim, a democratização da tecnologia não pode ser reduzida à decisão de adotar ou não uma ferramenta, pois envolve disputas sobre infraestrutura, financiamento, formação docente, governança das plataformas e capacidade coletiva de intervir nos rumos dos sistemas técnicos.

Categoria 4 - Valores e Pressupostos Técnicos

Em relação ao diagnóstico inicial, a categoria C4 conserva uma orientação predominantemente crítica, sobretudo no que se refere à imparcialidade dos algoritmos. A Tabela 16 permite observar que a rejeição à neutralidade algorítmica permanece majoritária, embora menos homogênea do que no questionário inicial, enquanto o reconhecimento de que a IA pode reproduzir preconceitos também se mantém expressivo, mas com maior dispersão das respostas. Ao mesmo tempo, a redução da concordância na afirmativa sobre o *design* de *softwares* educacionais sugere que a compreensão dos valores incorporados aos artefatos técnicos permanece presente, mas não se apresenta de forma tão estabilizada quanto no diagnóstico inicial.

Tabela 16 - Afirmativas associadas à Categoria 4 - Valores e Pressupostos Técnicos no questionário final.

Nº	Afirmativa	DF (n)	D (n)	I (n)	C (n)	CF (n)
7	O *design* de um *software* educacional reflete escolhas políticas e pedagógicas, mesmo que seus desenvolvedores não percebam.	0	0	2	1	4
26	Os algoritmos de inteligência artificial são imparciais e apenas processam dados de forma objetiva.	5	0	2	0	0
27	Os algoritmos de inteligência artificial podem reproduzir e amplificar preconceitos sociais e econômicos.	0	0	2	0	5

Fonte: Elaboração própria

As afirmativas 7, 26 e 27 continuam sendo indicadores centrais da compreensão acerca da não neutralidade do *design* técnico, em diálogo direto com a noção de código técnico em Feenberg, segundo a qual os artefatos incorporam valores sociais e escolhas políticas em sua própria constituição (Feenberg, 2015). A afirmativa 7 apresentou 5 respostas de concordância agregada (C+CF) no questionário final, frequência inferior à unanimidade observada entre os oito respondentes iniciais, ainda que majoritário. Essa redução, acompanhada do surgimento de 2 respostas indiferentes, pode indicar uma atenuação na adesão explícita à ideia de que o *design* técnico envolve intencionalidades pedagógicas e políticas, sugerindo menor estabilidade dessa compreensão entre os participantes. Esse movimento é coerente com discussões no campo da Educação em Ciências que apontam que a problematização dos valores incorporados na tecnologia não se consolida de forma imediata, exigindo processos formativos mais prolongados e sistemáticos para que se torne parte do repertório analítico dos professores em formação (Santos; Auler, 2019).

A afirmativa 27 apresentou 5 respostas de concordância agregada (C+CF) no questionário final, frequência inferior aos sete participantes observados inicialmente, indicando permanência majoritária, mas menos homogênea, do reconhecimento de que sistemas algorítmicos podem reproduzir e amplificar preconceitos sociais e econômicos. Já a afirmativa 26 apresentou 5 respostas de discordância agregada (DF+D), frequência inferior aos sete participantes do questionário inicial. Contudo, observa-se que, no questionário final, toda a discordância concentrou-se em Discordo Fortemente (DF), enquanto 2 dos respondentes passaram a se posicionar como indiferentes. Assim, não se pode afirmar

fortalecimento global da rejeição à neutralidade algorítmica, mas sim uma reorganização interna das respostas: entre aqueles que rejeitam a imparcialidade da IA, a rejeição tornou-se mais intensa; ao mesmo tempo, surgiu uma zona de indiferença que reduz a homogeneidade do grupo.

Consideradas em conjunto, as três afirmativas indicam que a compreensão crítica sobre valores e pressupostos técnicos permanece predominante na categoria C4, mas com maior dispersão em relação ao diagnóstico inicial. A crítica à neutralidade algorítmica e ao caráter supostamente imparcial dos sistemas de IA continua presente, porém deixa de aparecer como consenso absoluto ou como progressão linear. Tal configuração sugere que os licenciandos reconhecem, em termos gerais, que tecnologias educacionais e sistemas de IA incorporam valores, escolhas e vieses, mas ainda apresentam oscilações quanto à amplitude dessa compreensão, especialmente quando a questão se desloca dos algoritmos para o *design* mais amplo dos artefatos educacionais. Esse resultado converge com a literatura recente que problematiza a IA no campo educacional, destacando que tais sistemas operam a partir de critérios definidos em contextos sociais específicos e, portanto, não podem ser compreendidos como neutros ou universais (Rodrigues; Rodrigues, 2023). Desse modo, a categoria C4 evidencia uma criticidade majoritária, mas não plenamente estabilizada, reforçando a necessidade de aprofundamento formativo sobre os processos de construção, funcionamento e circulação dos sistemas técnicos.

Categoria 5 - Instrumentalização Primária e Secundária

A Tabela 17 revela uma configuração mais ambígua do que a observada em algumas categorias anteriores. Por um lado, há forte reconhecimento de que as tecnologias educacionais carregam restrições e finalidades predefinidas; por outro, a percepção dos limites impostos à autonomia docente aparece menos estável no questionário final. Assim, a categoria C5 indica que os participantes parecem articular melhor a necessidade de adaptação pedagógica, mas sem manter, com a mesma intensidade, a crítica aos condicionamentos estruturais do *design* tecnológico.

Tabela 17 - Afirmativas associadas à Categoria 5 - Instrumentalização Primária e Secundária no questionário final.

Nº	Afirmativa	DF	D	I	C	CF

		(n)	(n)	(n)	(n)	(n)
28	Os professores podem adaptar qualquer tecnologia educacional à sua realidade, independentemente dos valores embutidos nela.	5	0	2	0	0
30	As tecnologias educacionais não são apenas ferramentas, pois já vêm com restrições e finalidades pré definidas pelo seu *design*.	0	0	0	5	2
31	Os *softwares* educacionais podem ser aplicados em qualquer contexto de ensino sem necessidade de adaptações.	3	2	2	0	0
32	O sucesso do uso de uma tecnologia educacional depende de sua adaptação às necessidades específicas de cada sala de aula.	0	0	0	3	4
33	A adoção de novas tecnologias pode modificar a dinâmica da sala de aula, alterando o papel do professor e dos alunos.	0	0	2	1	4
34	A tecnologia, por si só, não muda os métodos de ensino; ela apenas complementa práticas já existentes.	0	0	0	3	4
35	O uso de tecnologia pode levar à criação de novas formas de ensinar e aprender, transformando a prática pedagógica.	0	0	0	3	4
36	As tecnologias digitais sempre aumentam a autonomia dos professores no processo de ensino.	0	3	4	0	0
37	O uso de algumas tecnologias educacionais pode limitar a autonomia do professor, impondo métodos específicos de ensino.	0	2	2	1	2

Fonte: Elaboração própria

No que se refere à Categoria 5, as afirmativas 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 e 37 buscam compreender se houve mudança na concepção de que as tecnologias educacionais não se limitam a instrumentos neutros, mas reorganizam práticas, papéis e possibilidades pedagógicas. Na afirmativa 30, observou-se concordância agregada dos sete participantes

(C+CF) no questionário final, frequência superior à observada entre os oito respondentes no momento inicial, quando seis concordaram, indicando fortalecimento do reconhecimento de que o *design* técnico incorpora restrições e finalidades predefinidas. De modo complementar, a afirmativa 31 apresentou cinco participantes em discordância agregada (DF+D), frequência ainda majoritária, mas inferior à unanimidade dos oito respondentes do momento inicial, sugerindo menor homogeneidade na rejeição à ideia de aplicabilidade universal descontextualizada. Já a afirmativa 32 manteve concordância agregada dos sete participantes, assim como entre os oito respondentes do questionário inicial, reforçando a compreensão de que o sucesso do uso de uma tecnologia educacional depende de sua adaptação às necessidades específicas de cada sala de aula.

A afirmativa 28 apresentou 5 respostas de discordância agregada no questionário final, frequência inferior aos sete participantes observados inicialmente. Esse deslocamento não indica adesão à ideia de que o professor pode adaptar qualquer tecnologia independentemente dos valores embutidos nela, pois não houve concordância com a proposição no questionário final; contudo, o surgimento de 2 respostas indiferentes sugere menor estabilidade na rejeição a essa formulação. Assim, permanece a percepção de que a agência docente, embora relevante, não neutraliza integralmente os condicionantes estruturais inscritos no *design* das tecnologias educacionais, mas essa percepção aparece de forma menos homogênea do que no diagnóstico inicial. Esse resultado aproxima-se da noção de código técnico discutida por Feenberg (2015), na medida em que evidencia que os artefatos carregam restrições, finalidades e pressupostos que antecedem o uso, ainda que possam ser reapropriados em contextos pedagógicos específicos.

As afirmativas 33, 34 e 35 ajudam a qualificar essa relação entre condicionamento técnico e transformação pedagógica. A afirmativa 33 apresentou 5 respostas de concordância agregada no questionário final, frequência superior à observada inicialmente, quando a concordância reunia quatro participantes, indicando maior reconhecimento de que a adoção de novas tecnologias pode modificar a dinâmica da sala de aula e alterar o papel de professores e alunos. A afirmativa 34, por sua vez, apresentou concordância agregada dos sete participantes no questionário final, em comparação aos cinco participantes do momento inicial, sugerindo fortalecimento da compreensão de que a tecnologia, por si só, não muda os métodos de ensino. Já a afirmativa 35 manteve concordância agregada dos sete participantes, indicando estabilidade no reconhecimento de que o uso de tecnologia pode levar à criação de novas formas de ensinar e aprender. A coexistência desses resultados não configura contradição simples, mas uma compreensão mais elaborada da relação entre técnica e prática docente: a

tecnologia, isoladamente, não transforma os métodos de ensino, mas pode participar da reorganização da prática pedagógica quando apropriada em processos intencionais de planejamento, mediação e adaptação.

Essa leitura aproxima-se de Leonel, Vidmar e Pastorio (2021), ao indicarem que a integração das TDIC ao Ensino de Física não se reduz à presença de recursos digitais em sala de aula, mas depende da articulação entre tecnologias, saberes docentes, intencionalidade pedagógica e estratégias didático-metodológicas. No que diz respeito à autonomia docente, contudo, os dados introduzem uma tensão relevante. A afirmativa 36 apresentou redução na discordância agregada, passando de 6 no questionário inicial para 3 no questionário final; entretanto, essa redução não se converteu em concordância com a ideia de que as tecnologias digitais sempre aumentam a autonomia dos professores, mas em 4 respostas indiferentes. Paralelamente, a afirmativa 37 apresentou 3 respostas de concordância agregada no questionário final, frequência inferior aos seis participantes observados inicialmente, enquanto a indiferença passou a 2. Esses movimentos indicam que a percepção dos limites impostos por determinadas tecnologias à autonomia docente tornou-se menos estável ao final do percurso. Assim, a categoria C5 revela um quadro ambivalente: há fortalecimento da compreensão de que as tecnologias carregam restrições, exigem adaptação e podem reorganizar práticas pedagógicas, mas há também maior oscilação quando a análise se desloca para os efeitos dessas tecnologias sobre a autonomia docente.

Categoria 6 - Transformação da Vida Cotidiana

Na categoria C6, o padrão final sugere uma leitura ambivalente dos efeitos da tecnologia sobre a vida cotidiana. A Tabela 18 mostra que os participantes reconhecem transformações em hábitos, relações sociais e organização da rotina, mas também atribuem às tecnologias possibilidades de flexibilidade no trabalho e na educação. Em comparação ao questionário inicial, observa-se menor rejeição à naturalização da incorporação tecnológica, embora permaneça forte a percepção de sobrecarga, dependência e pressão por disponibilidade constante.

Tabela 18 - Afirmativas associadas à Categoria 6 - Transformação da Vida Cotidiana no questionário final.

Nº	Afirmativa	DF	D	I	C	CF

		(n)	(n)	(n)	(n)	(n)
38	A introdução de novas tecnologias no dia a dia das pessoas acontece de forma natural e espontânea, sem necessidade de mediação ou adaptação.	2	1	2	2	0
39	A adoção de novas tecnologias transforma hábitos, comportamentos e relações sociais, exigindo adaptação constante das pessoas.	0	0	2	1	4
40	O uso excessivo de tecnologias pode gerar dependência e aumentar a sobrecarga de informações na vida cotidiana.	0	0	2	0	5
41	A tecnologia permite maior liberdade e flexibilidade no trabalho e na educação, possibilitando novas formas de organização da rotina.	2	0	2	1	2
42	O uso crescente de tecnologia no trabalho e na educação pode aumentar a pressão por disponibilidade constante e reduzir o tempo de descanso.	0	0	2	0	5

Fonte: Elaboração própria

No âmbito da Categoria 6, as afirmativas 38, 39, 40, 41 e 42 permitem observar como os participantes percebem os efeitos da incorporação tecnológica sobre hábitos, relações sociais e organização da rotina. A afirmativa 38 apresentou 3 respostas de discordância agregada (DF+D) no questionário final, frequência inferior à unanimidade registrada entre os oito respondentes no momento inicial. Esse deslocamento indica enfraquecimento da rejeição à ideia de que a inserção tecnológica ocorre de maneira natural, espontânea e sem necessidade de mediação ou adaptação. Como 2 dos participantes concordaram com a proposição e 2 posicionaram-se como indiferentes, o dado final sugere menor estabilidade na compreensão de que a incorporação de novas tecnologias envolve processos de adaptação, reorganização e aprendizagem social. Essa oscilação é relevante porque aponta que, embora parte do grupo ainda rejeite a naturalização do progresso técnico, essa rejeição deixa de aparecer como consenso. Tal leitura aproxima-se de Atanazio e Leite (2018), ao indicarem que a integração das TDIC na formação de professores de Ciências não se efetiva apenas pela disponibilidade de recursos, mas requer estratégias que possibilitem aos sujeitos escolares compreender como essas tecnologias podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

A afirmativa 39 obteve 5 respostas de concordância agregada (C+CF), evidenciando permanência majoritária no reconhecimento de que a tecnologia interfere na organização do cotidiano, ainda que com redução em relação à unanimidade dos oito respondentes do questionário inicial. De modo semelhante, a afirmativa 40 também apresentou 5 respostas de concordância agregada, frequência inferior à unanimidade inicial, mas ainda indicativo de percepção predominante de que o uso excessivo de tecnologias pode produzir dependência, sobrecarga informacional e desgaste na vida diária. Essa compreensão pode ser aprofundada a partir de Sampaio Junior (2022), que problematiza a inserção de novos elementos tecnológicos no ambiente escolar e destaca que a informatização, embora frequentemente apresentada como promessa de eficiência e melhoria pedagógica, pode gerar novas rotinas, novas obrigações e formas ampliadas de mobilização dos sujeitos. Assim, os dados sugerem que os licenciandos continuam reconhecendo a tecnologia como elemento que transforma a vida cotidiana de modo ambivalente, embora essa percepção apareça menos homogênea no questionário final.

Na afirmativa 41, a concordância agregada foi de 3, inferior aos sete participantes observados no momento inicial, enquanto 2 dos participantes discordaram e 2 posicionaram-se como indiferentes. Esse resultado indica redução expressiva da adesão à ideia de que a tecnologia permite maior liberdade e flexibilidade no trabalho e na educação, sugerindo maior cautela quanto às promessas de flexibilização associadas aos recursos digitais. Já na afirmativa 42, a concordância agregada alcançou 5, também inferior à unanimidade dos oito respondentes iniciais, mas ainda predominante, indicando permanência da percepção de que o uso crescente de tecnologias pode aumentar a pressão por disponibilidade constante e reduzir o tempo de descanso. O conjunto desses dados possibilita uma leitura ambivalente do impacto tecnológico no cotidiano: reconhecem-se possibilidades de reorganização e flexibilidade, mas de modo menos consensual do que no início, ao mesmo tempo em que permanece a percepção de sobrecarga, dependência e intensificação das demandas. Essa configuração encontra respaldo na literatura sobre cultura digital e trabalho docente, que aponta que a incorporação de tecnologias tende a ampliar simultaneamente margens de autonomia e exigências de disponibilidade permanente, produzindo um cenário marcado por flexibilização acompanhada de intensificação do trabalho (Sibilia, 2016; Mill, 2018).

Em conjunto, as categorias C5 e C6 revelam que, no questionário final, consolidaram-se algumas compreensões estruturais, como o reconhecimento de restrições incorporadas ao *design* e da necessidade de adaptação pedagógica, ao mesmo tempo em que

emergem sinais de maior dispersão na interpretação dos efeitos das tecnologias sobre a autonomia docente e sobre a vida cotidiana. Persistem, portanto, elementos de criticidade, mas sem progressão linear ou homogênea. No caso específico da C6, observa-se que os licenciandos continuam reconhecendo efeitos de transformação, sobrecarga e pressão por disponibilidade, mas passam a expressar maior indeterminação quanto à naturalização da incorporação tecnológica e quanto às promessas de liberdade e flexibilidade. Essa configuração reforça a leitura da TCT, segundo a qual os efeitos das tecnologias não podem ser compreendidos como neutros ou automáticos, mas como resultado de mediações sociais, escolhas técnicas e formas concretas de apropriação (Feenberg, 2015).

Categoria 7 - Impactos Sociais e Culturais

A categoria C7 apresenta um quadro marcado por crítica às promessas automáticas de integração social, liberdade e diversidade cultural. Na Tabela 19, destaca-se a rejeição majoritária à ideia de que o simples acesso tecnológico garanta participação ativa ou fortalecimento cultural, bem como o reconhecimento do controle corporativo como fator de restrição do debate público. Entretanto, os dados também revelam dispersão nas afirmativas sobre preservação cultural e digitalização do conhecimento, indicando que os impactos culturais permanecem menos estabilizados conceitualmente.

Tabela 19 - Afirmativas associadas à Categoria 7 - Impactos Sociais e Culturais no questionário final.

Nº	**Afirmativa**	**DF (n)**	**D (n)**	**I (n)**	**C (n)**	**CF (n)**
43	A tecnologia promove integração social ao facilitar a comunicação e o acesso à informação para todos.	2	2	3	0	0
44	O uso de redes sociais e outras tecnologias digitais fortalece a diversidade cultural ao permitir maior visibilidade para diferentes grupos.	4	1	2	0	0
45	O acesso irrestrito à tecnologia garante liberdade de expressão e participação ativa na sociedade.	3	2	2	0	0

46	O controle das tecnologias por grandes corporações pode limitar a liberdade de expressão e restringir o debate público.	0	0	2	1	4
47	As tecnologias digitais ajudam a preservar o conhecimento tradicional e a identidade cultural dos povos.	0	3	2	0	2
48	A digitalização do conhecimento pode enfraquecer práticas culturais tradicionais, substituindo-as por modelos tecnológicos globalizados.	2	0	2	1	2

Fonte: Elaboração própria

As afirmativas 43, 44, 45, 46, 47 e 48 permitem observar como os participantes reorganizaram suas percepções acerca da relação entre tecnologia, liberdade, cultura e poder no questionário final. Na afirmativa 45, a discordância agregada (DF+D) permaneceu majoritária, alcançando 5, mas apresentou redução em relação à unanimidade dos oito respondentes do questionário inicial. Esse deslocamento indica que a rejeição à ideia de que o simples acesso tecnológico garante liberdade de expressão e participação ativa continuou predominante, embora tenha se tornado menos homogênea, com o surgimento de 2 respostas indiferentes. Em coerência com essa leitura, a afirmativa 46 apresentou 5 respostas de concordância agregada (C+CF), frequência próxima aos seis participantes do momento inicial, reforçando o reconhecimento majoritário de que o controle das tecnologias por grandes corporações pode limitar a liberdade de expressão e restringir o debate público. Contudo, o aumento da indiferença nessa afirmativa sugere que essa percepção, embora mantida, também não se apresenta de forma plenamente consensual.

Entretanto, as afirmativas 43 e 44 revelam movimentos distintos. Na afirmativa 43, a discordância agregada foi de 4, frequência numericamente semelhante à observada no questionário inicial, quando a discordância reunia quatro participantes. A diferença principal está na redistribuição interna das respostas: no questionário final, desaparece a concordância com a ideia de que a tecnologia promove integração social para todos, mas cresce a indiferença para 3. Esse resultado indica que a rejeição à promessa de integração social automática se mantém, mas acompanhada de maior indefinição interpretativa. Já a afirmativa 44 apresentou 5 respostas de discordância agregada (DF+D) e 2 respostas indiferentes (I), indicando aumento da rejeição em relação ao momento inicial, no qual a discordância reunia três participantes. Esse movimento sugere maior cautela diante da ideia de que redes sociais e

tecnologias digitais fortalecem automaticamente a diversidade cultural, ainda que uma parcela do grupo permaneça sem posicionamento definido sobre essa proposição.

As afirmativas 47 e 48, por sua vez, evidenciam maior instabilidade na leitura dos impactos culturais. Na afirmativa 47, a discordância agregada caiu de seis participantes no questionário inicial para 3 no questionário final, acompanhada de 2 respostas de indiferença e 2 respostas de concordância forte. Esse deslocamento indica enfraquecimento da rejeição inicial à ideia de que tecnologias digitais ajudam a preservar conhecimentos tradicionais e identidades culturais. Já a afirmativa 48 apresentou 3 respostas de concordância agregada (C+CF), 2 respostas de indiferença e 2 respostas de discordância, configurando uma distribuição mais equilibrada das respostas. Diferentemente do padrão inicial, no qual os oito participantes concordavam com a possibilidade de a digitalização enfraquecer práticas culturais tradicionais, o questionário final revela maior dispersão quanto aos efeitos da digitalização sobre culturas tradicionais e modelos tecnológicos globalizados.

Em conjunto, a categoria C7 indica manutenção de uma postura diante de promessas automáticas de liberdade, participação e diversidade cultural, especialmente nas afirmativas 44, 45 e 46. No entanto, os dados também evidenciam menor estabilidade conceitual quando a análise se desloca para os efeitos da tecnologia sobre preservação cultural, identidade e digitalização do conhecimento. Esse movimento não deve ser interpretado como simples retorno a uma visão instrumentalista, mas como indício de que os impactos sociais e culturais da tecnologia são percebidos pelos licenciandos de forma ambivalente e menos estabilizada. Os participantes parecem reconhecer que tais efeitos não são automáticos nem unidirecionais, podendo variar conforme os contextos de apropriação, os grupos envolvidos, os interesses que orientam as plataformas e as formas pelas quais os sistemas técnicos são incorporados às práticas sociais. À luz da TCT, essa dispersão reforça que os impactos culturais das tecnologias não decorrem apenas do acesso ou da digitalização em si, mas de sistemas sociotécnicos atravessados por valores, disputas, formas de controle e modos específicos de organização da experiência coletiva (Feenberg, 2015).

Categoria 8 - Automação e Papel Docente

Por fim, a categoria C8 apresenta uma das maiores continuidades em relação ao questionário inicial. A Tabela 20 mostra que a substituição do professor pela IA continua sendo amplamente rejeitada, enquanto a presença docente permanece associada a dimensões humanas que a automação não reproduz. A principal mudança aparece na percepção da

sobrecarga provocada pela automação educacional, que segue majoritária, mas deixa de ser absoluta, sugerindo maior hesitação quanto aos efeitos concretos da IA sobre o trabalho docente.

Tabela 20 - Afirmativas associadas à Categoria 8 - Automação e Papel Docente no questionário final.

Nº	Afirmativa	DF (n)	D (n)	I (n)	C (n)	CF (n)
8	A inteligência artificial pode substituir o professor sem afetar a dinâmica pedagógica da sala de aula.	7	0	0	0	0
49	A automação educacional pode sobrecarregar os professores, exigindo que dominem múltiplas plataformas e se adaptem a novas demandas tecnológicas.	0	0	2	2	3
50	A inteligência artificial pode substituir completamente o professor em algumas disciplinas e níveis de ensino.	5	0	2	0	0
51	A presença do professor é insubstituível na educação, pois a aprendizagem envolve aspectos humanos que a automação não consegue reproduzir.	0	0	2	0	5

Fonte: Elaboração própria

As afirmativas 8, 49, 50 e 51 permitem avaliar não apenas a estabilidade das concepções sobre substituição docente, mas também possíveis deslocamentos na compreensão da reorganização do trabalho pedagógico pela IA. A afirmativa 8 manteve discordância agregada dos sete participantes (DF+D), assim como entre os oito respondentes do questionário inicial, indicando estabilidade robusta na rejeição à ideia de que a IA poderia substituir o professor sem afetar a dinâmica pedagógica da sala de aula. A afirmativa 50, por sua vez, apresentou 5 respostas de discordância agregada no questionário final, frequência inferior à unanimidade observada entre os oito respondentes iniciais. Esse deslocamento não indica aceitação da substituição completa do professor, pois não houve concordância com a proposição, mas revela menor homogeneidade do grupo, marcada pelo surgimento de 2 respostas indiferentes. Assim, a hipótese de substituição docente pela IA continua sendo

amplamente rejeitada, embora com menor estabilidade quando formulada em termos de “algumas disciplinas e níveis de ensino”.

De modo convergente, a afirmativa 51 apresentou 5 respostas de concordância agregada (C+CF) no questionário final, frequência inferior à unanimidade observada entre os oito respondentes do diagnóstico inicial. Essa redução, acompanhada de 2 respostas de indiferença, sugere que a valorização da presença docente e das dimensões humanas da aprendizagem permanece majoritária, mas deixa de aparecer como consenso absoluto. Esse resultado exige cautela: não se trata de adesão à automação substitutiva, mas de uma redistribuição interna das respostas que indica maior hesitação quanto ao caráter plenamente insubstituível da presença docente em todos os aspectos do processo educativo. Ainda assim, quando lido em conjunto com as afirmativas 8 e 50, o dado confirma que os licenciandos não aderem ao discurso tecnocrático de substituição integral do professor pela IA.

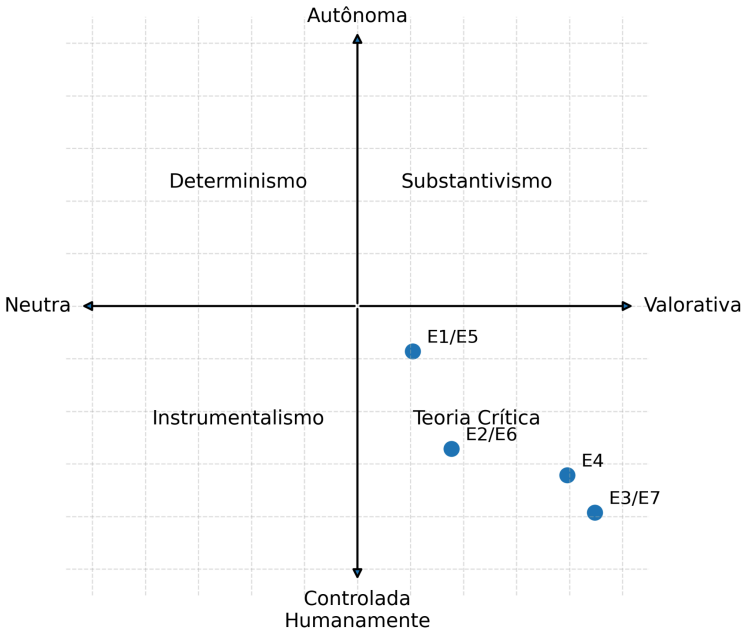
Entretanto, a permanência dessa rejeição não deve ser interpretada como ausência de mudança. O desenvolvimento do percurso formativo parece ter deslocado o problema da substituição para o da reorganização do trabalho docente. A afirmativa 49 apresentou 5 respostas de concordância agregada no questionário final, frequência inferior à unanimidade dos oito respondentes iniciais, mas ainda majoritário. Esse resultado indica que os participantes seguem reconhecendo que a automação educacional pode intensificar demandas, exigir domínio de múltiplas plataformas e produzir novas formas de adaptação profissional. A presença de 2 respostas indiferentes, contudo, sugere menor adesão categórica à ideia de sobrecarga automática, indicando que parte do grupo passou a expressar maior hesitação ou menor grau de convicção em relação aos efeitos concretos da automação sobre o trabalho docente.

Essa leitura é coerente com a TCT, pois evita interpretar a automação apenas como ameaça externa ou como solução eficiente para o ensino. À luz de Feenberg (2015), a questão central não é perguntar apenas se a IA substituirá ou não o professor, mas compreender quais valores, critérios e formas de organização do trabalho são incorporados aos sistemas técnicos e como os sujeitos podem reapropriá-los criticamente. Nesse sentido, os resultados associados à C8 indicam uma criticidade em processo: os licenciandos mantêm rejeição predominante ao discurso tecnocrático de substituição docente, mas passam a evidenciar maior dispersão quanto aos modos pelos quais a automação pode reorganizar a docência. No conjunto, a Categoria 8 indica estabilidade na recusa da substituição direta do professor, acompanhada de reconhecimento majoritário, ainda que não mais absoluto, de que a automação pode

reconfigurar e intensificar o trabalho pedagógico por meio de novas demandas de validação, curadoria, adaptação e responsabilidade docente.

Para sintetizar visualmente esse movimento, a Figura 2b apresenta a projeção das respostas individuais dos licenciandos no questionário final. Cada ponto corresponde aos dois índices calculados conforme o procedimento descrito na seção 3.6.1. Como a segunda aplicação reuniu sete respondentes, não houve imputação para o participante ausente; por isso, a comparação de deslocamentos individuais entre as Figuras 2a e 2b restringe-se aos sete licenciandos presentes nos dois momentos. A figura auxilia a reconhecer permanências e deslocamentos, sem converter a representação gráfica em medida autossuficiente da criticidade.

Figura 2b – Posicionamento dos licenciandos no plano das teorias modernas da tecnologia: questionário final (n = 7)



Fonte: elaboração própria.

A Figura 2b indica que os sete estudantes permanecem situados no quadrante da Teoria Crítica, sem migração para os demais quadrantes. A comparação individual, entretanto, não sustenta uma trajetória uniforme: os Estudantes 2, 3, 4 e 7 apresentam manutenção ou ampliação de pelo menos um dos índices, enquanto os Estudantes 1, 5 e 6 exibem redução em um ou nos dois eixos. Além disso, três pares ocupam posições coincidentes no questionário final — E1/E5, E2/E6 e E3/E7 —, razão pela qual a figura representa quatro coordenadas visíveis, embora corresponda a sete respondentes. Essa sobreposição não significa identidade entre todas as respostas, mas equivalência das médias produzidas pela agregação dos itens.

Portanto, o gráfico impede uma leitura linear da formação e deve ser confrontado com os resultados categoriais, as justificativas e as produções dos licenciandos.

Entretanto, a permanência no quadrante crítico não significa ausência de deslocamento. A comparação entre as Figuras 2a e 2b sugere uma aproximação de alguns estudantes em direção ao centro do plano, indicando redução da intensidade de determinadas posições críticas, maior cautela ou maior indeterminação diante de algumas proposições. Esse movimento é coerente com os resultados associados às categorias: na C1, observa-se reintrodução parcial de explicações centradas no uso individual; na C2, a afirmativa sobre personalização pela IA desloca-se para uma zona de maior indiferença; na C5, aparecem oscilações sobre autonomia docente e condicionamentos do *design*; e, na C7, os impactos sociais e culturais mostram menor estabilização conceitual.

Assim, a leitura final dos questionários deve ser formulada com maior precisão: os licenciandos permanecem no campo da Teoria Crítica, mas essa permanência é atravessada por tensões, ambiguidades e deslocamentos internos. Em vez de indicar enfraquecimento simples da criticidade, a aproximação ao centro pode expressar uma postura menos categórica diante de problemas mais complexos, especialmente quando as afirmações envolvem usos concretos da IA, mediação docente, personalização, autonomia profissional e impactos socioculturais. À luz da TCT (Feenberg, 2015), esse resultado sugere que a criticidade não se constitui como adesão estável a um modelo teórico, mas como processo de interpretação e reinterpretação dos sistemas técnicos em contextos formativos situados.

Em síntese, as Figuras 2a e 2b qualificam a análise dos questionários ao mostrar que a mudança mais relevante não ocorre como deslocamento entre quadrantes, mas como alteração de intensidade e posição relativa dentro do quadrante crítico. Essa leitura dialoga com o conjunto dos dados analisados nesta pesquisa: os estudantes reconhecem a dimensão valorativa da tecnologia, a necessidade de mediação humana e os limites da automação, mas ainda preservam traços de instrumentalismo, expectativas de eficiência e zonas de indeterminação diante das promessas associadas à IA educacional.

4.2 MATERIAIS PRODUZIDOS PELOS LICENCIANDOS

A análise dos materiais produzidos pelos licenciandos se faz importante nesta investigação, pois permite acompanhar como os referenciais discutidos nos encontros formativos se deslocam do plano discursivo para registros concretos de elaboração pedagógica, interação com tecnologias e reflexão sobre a prática. Diferentemente dos

questionários, que captam posicionamentos declarados, os documentos aqui examinados expressam escolhas, prioridades e modos de apropriação técnica inscritos em produções efetivamente realizadas ao longo do percurso formativo. Nessa direção, as tarefas analisadas configuram um *corpus* privilegiado para observar como a criticidade frente às IA e às tecnologias educacionais se manifesta em situações mais próximas do fazer docente, seja no planejamento, na experimentação ou na interpretação retrospectiva da experiência escolar.

Esta seção organiza-se a partir de quatro conjuntos documentais, correspondentes às tarefas propostas no contexto do desenvolvimento do PIBID e da formação específica: a aplicação inicial de conceitos da TCT a exemplos educacionais; a experiência de planejamento mediado por IA generativa; a elaboração de planos de aula para regência; e os relatórios reflexivos produzidos após a atuação na escola. À luz do ciclo analítico de Yin (2016), cada conjunto foi tratado como unidade documental específica, permitindo comparar continuidades, deslocamentos e tensões ao longo do processo formativo. Mais do que verificar domínio conceitual isolado, busca-se visualizar em que medida os licenciandos passam a reconhecer a tecnologia como dimensão constitutiva da prática docente, atravessada por valores, limites institucionais, possibilidades pedagógicas e disputas de sentido.

4.2.1 Na Tarefa 1 - Exemplos para a TCT

A Tarefa 1 foi enunciada da seguinte maneira: “Com base na leitura do Encontro 9 (Feenberg, 2015, p. 5-19), vocês devem escolher uma Tecnologia Educacional, seja digital (como Kahoot, ChatGPT e Phet[3]), organizacional (como registro *online* de desempenho e matrizes de competência) ou cultural (como o uso informal do WhatsApp para fins escolares ou implementação de disciplinas de cultura *maker* e cultura digital), e identificar os códigos técnicos incorporados nessa tecnologia, destacando também, características das instrumentalizações primária e secundária no seu uso.”. A proposta buscava constituir o primeiro exercício sistemático de aplicação dos conceitos da TCT no percurso formativo desenvolvido com os licenciandos. Realizada após a leitura do texto “Sobre a Teoria Crítica da Tecnologia” (Feenberg, 2015, p. 5-19), a atividade consistia que cada estudante selecionasse uma tecnologia educacional ou usada no âmbito educacional, e analisasse os códigos técnicos nela incorporados, bem como distinguisse suas instrumentalizações primária

[3] Conjunto de simulações interativas desenvolvidas pela Universidade do Colorado, voltadas ao ensino de Ciências e Matemática, que permitem a visualização e manipulação de fenômenos físicos em ambientes virtuais. Veja mais em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/ (acessado em Maio de 2026).

e secundária. O exercício exigia, portanto, não apenas compreensão conceitual, mas capacidade de transposição hermenêutica da teoria para um objeto empírico.

Nesta tarefa, buscou-se observar o nível inicial de apropriação dos conceitos estruturantes da TCT, especialmente aqueles vinculados às categorias C1 (Neutralidade Tecnológica), C2 (Ambivalência Tecnológica), C4 (Valores e Pressupostos Técnicos), C5 (Instrumentalização Primária e Secundária) e C8 (Automação e o Papel Docente). Além disso, pretendeu-se observar como os licenciandos operavam o conceito de código técnico fora do plano abstrato, identificando se reconheciam valores incorporados ao *design* ou se permaneciam em uma leitura funcionalista das ferramentas. Por fim, a tarefa funcionou como linha de base interpretativa para acompanhar deslocamentos posteriores ao longo da formação.

Tabela 21 – Tecnologias analisadas pelos estudantes na Tarefa 1

Participante	**Tecnologia analisada**	**Modalidade**	**Foco do uso ou da análise**
Estudante 1	PhET	Simulação digital interativa	Visualização e manipulação de fenômenos e análise de limites representacionais
Estudante 2	Kahoot	Plataforma digital de avaliação gamificada	Controle técnico, competição e possibilidades de reapropriação pedagógica
Estudante 3	PhET	Simulação digital interativa	Clareza visual, abstração e possíveis simplificações dos fenômenos
Estudante 4	Google Classroom	Ambiente virtual e plataforma de gestão educacional	Distribuição de conteúdos e tarefas, comunicação e organização da avaliação
Estudante 5	ChatGPT	IA generativa de texto por interface conversacional	Apoio a pesquisas, listas de exercícios, sequências de estudo e matrizes de competências

Fonte: elaborado pelo autor com base nas produções dos participantes.

O tratamento analítico do corpus de análise seguiu o ciclo proposto por Yin (2016): (i) compilação dos textos produzidos; (ii) desagrupamento em unidades de significado; (iii) reagrupamento a partir das categorias derivadas da TCT; (iv) interpretação; e (v) construção de uma cadeia de evidências que permitisse rastrear cada inferência ao fragmento correspondente.

No que se refere à categoria C1, a Tarefa 1 evidencia que os licenciandos já não operam com a concepção clássica de tecnologia como instrumento neutro, ainda que a profundidade dessa superação varie. Mesmo não sendo o foco explícito da atividade, a questão da neutralidade emerge como pressuposto implícito a ser confirmado ou tensionado. Observa-se que os estudantes tendem a negar a neutralidade da tecnologia no plano pedagógico, associando-a a escolhas de *design* e a determinadas concepções de ensino. Contudo, essa recusa nem sempre alcança uma problematização mais ampla das estruturas sociais que orientam o desenvolvimento técnico. No trabalho do Estudante 1, ao analisar simulações computacionais da plataforma PhET, encontra-se a seguinte afirmação:

> "*É claro que a experimentação real é igualmente importante, ela envolve o contato direto com o fenômeno e o desenvolvimento de habilidades materiais e operacionais, e estas características demonstram também limitações da própria simulação computacional, que não é perfeita e nem neutra, podendo ser analisada de acordo com a Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg*" (ESTUDANTE 1).

O trecho explicita a recusa da neutralidade, mas a fundamentação concentra-se sobretudo nas limitações representacionais da simulação. A crítica permanece, portanto, vinculada à fidelidade epistemológica do recurso, sugerindo que a não-neutralidade é compreendida mais como insuficiência técnica do que como incorporação de valores sociais no *design*.

Em contraste, o trabalho do Estudante 2 apresenta uma formulação mais alinhada ao conceito de código técnico ao afirmar que: "*[...] a sua estrutura técnica revela escolhas que não são neutras. Essas escolhas refletem concepções específicas de ensino, aprendizagem e interação em sala de aula.*" (ESTUDANTE 2). Nesse caso, a não-neutralidade é associada a concepções pedagógicas incorporadas à própria estrutura da ferramenta, indicando maior aproximação com a perspectiva adotada neste trabalho, de que os artefatos técnicos encarnam valores e orientações normativas. Ainda assim, observa-se que a problematização permanece circunscrita ao âmbito didático, não avançando de modo sistemático para dimensões econômicas ou políticas mais amplas, o que sugere um estágio intermediário de criticidade na compreensão da tecnologia.

No que diz respeito à categoria C2, a Tarefa 1 evidencia que os licenciandos reconhecem, em certa medida, que as tecnologias educacionais comportam simultaneamente potencialidades e limitações. Contudo, a ambivalência aparece majoritariamente no plano descritivo, como enumeração de benefícios e riscos, sem que a tensão seja plenamente articulada como disputa sociotécnica. Observa-se que os estudantes tendem a enfatizar ganhos

pedagógicos, como por exemplo visualização, organização, engajamento, acompanhados de ressalvas quanto a simplificações ou possíveis distorções. Ainda assim, nem sempre essa duplicidade é interpretada como expressão de valores incorporados ao *design*, mas como efeito colateral funcional da ferramenta. O trabalho do Estudante 3, ao analisar o PhET, explicita essa tensão ao afirmar que

> "*esse design também reflete escolhas que priorizam eficiência, clareza visual e abstração — muitas vezes à custa da complexidade e da fidelidade ao real. Isso fica evidente em simulações de circuitos elétricos (...) embora essa escolha torne o fenômeno mais compreensível à primeira vista, ela pode induzir concepções equivocadas sobre o comportamento real das cargas elétricas*" (ESTUDANTE 3).

De modo semelhante, o Estudante 2 identifica no Kahoot[4] uma "*tensão entre controle técnico e agência criativa*", ao mencionar que professores e alunos podem "*reinventar o uso da ferramenta*" para além do formato competitivo previsto pela plataforma (ESTUDANTE 2). Esses fragmentos revelam que a ambivalência é percebida como coexistência de apoio e limitação, ou de controle e reapropriação. Entretanto, a análise ainda se concentra predominantemente no nível pedagógico imediato, sem avançar de forma sistemática para a compreensão da ambivalência como característica estrutural da racionalidade técnica, tal como formulada por Feenberg (2015).

No que se refere à categoria C4, a Tarefa 1 revela um movimento mais consistente de aproximação ao conceito de código técnico. Diferentemente da neutralidade, que aparece muitas vezes como afirmação geral, a identificação de valores incorporados ao *design* das tecnologias é tematizada de forma explícita por parte dos licenciandos. Ainda assim, observa-se que esses valores são predominantemente reconhecidos no âmbito pedagógico e organizacional, em conceitos com eficiência, clareza, centralização, mensuração, sem que haja aprofundamento nas dimensões políticas ou econômicas que estruturam tais escolhas técnicas. A análise, portanto, evidencia sensibilidade às finalidades incorporadas às ferramentas, mas ainda com alcance limitado à esfera da prática escolar. O Estudante 4, ao examinar a plataforma Google Classroom[5], afirma que

[4] Kahoot é uma plataforma digital interativa baseada em jogos (*game-based learning*), utilizada para a criação de questionários e atividades avaliativas em tempo real, com foco no engajamento dos estudantes por meio de dinâmicas competitivas. Veja mais em: https://kahoot.com (acessado em maio de 2026).

[5] Google Classroom é uma plataforma digital de gestão de aprendizagem desenvolvida pela Google, utilizada para organização de turmas, distribuição de atividades, comunicação entre professores e estudantes e acompanhamento do desempenho acadêmico. Veja mais em: https://classroom.google.com/ (acessado em Maio de 2026)

> "*um dos códigos técnicos mais proeminentes é a centralização da comunicação e do material didático. (...) Isso reflete uma lógica de eficiência e organização, buscando otimizar o fluxo de informações entre educadores e estudantes (...) esse código técnico reflete uma preocupação com a mensuração do desempenho e a formalização do processo avaliativo, características inerentes a muitos sistemas educacionais contemporâneos*" (ESTUDANTE 4).

Esses trechos evidenciam que o licenciando reconhece que o *design* da plataforma não é neutro, mas orientado por determinados valores, como organização, controle, eficiência comunicacional e avaliação formalizada. A centralização dos materiais, a padronização das entregas e a mensuração do desempenho aparecem, nesse sentido, como escolhas técnicas que estruturam modos específicos de interação entre professor, estudante e conteúdo. Isso indica uma aproximação com a categoria C4 – Valores e Pressupostos Técnicos, pois o estudante não descreve apenas o que a plataforma permite fazer, mas identifica que sua arquitetura favorece determinadas formas de gestão pedagógica e de acompanhamento escolar. No entanto, essa percepção ainda permanece restrita ao reconhecimento das funcionalidades institucionais da ferramenta, sem avançar para uma crítica mais aprofundada da racionalidade que torna esses valores desejáveis ou naturalizados no contexto educacional.

Assim, a análise do licenciando permite perceber que há sensibilidade inicial ao código técnico, mas essa sensibilidade ainda não se converte plenamente em problematização da racionalidade instrumental que sustenta a plataforma. Em outras palavras, o estudante identifica que o Google Classroom organiza, centraliza e formaliza processos pedagógicos, mas não discute de modo sistemático como tais funções podem reforçar modelos de ensino orientados por controle, produtividade, registro permanente e padronização das relações escolares. À luz da TCT, esse ponto é relevante porque mostra uma apropriação parcial do conceito de código técnico: os valores incorporados ao *design* são reconhecidos, mas ainda tratados como características funcionais da plataforma, e não como expressão de uma forma mais ampla de racionalização educacional. Desse modo, o limite da análise não está na ausência de criticidade, mas no fato de que ela ainda opera no nível da identificação dos valores técnicos, sem alcançar plenamente a crítica das estruturas sociais, econômicas e institucionais que tornam esses valores hegemônicos nas tecnologias educacionais contemporâneas (Feenberg, 2015; Moreira; Schlemmer, 2020).

A identificação dos pressupostos técnicos está presente, mas sua crítica ainda não alcança plenamente a dimensão estrutural da racionalidade instrumental. Isso significa que, embora os licenciandos reconheçam que determinadas tecnologias incorporam valores como organização, eficiência e mensuração, tais elementos são compreendidos sobretudo como atributos funcionais desejáveis no contexto pedagógico, e não como expressões de uma lógica

mais ampla de racionalização que atravessa os sistemas educacionais. À luz da TCT, essa limitação indica que a análise ainda não avança para a problematização das condições históricas, políticas e econômicas que sustentam tais escolhas técnicas, permanecendo no nível descritivo da funcionalidade institucional (Feenberg, 2015).

Esse resultado encontra ressonância em estudos sobre formação docente e tecnologias digitais, que apontam que a apropriação inicial das TDIC tende a privilegiar dimensões operacionais e pedagógicas, enquanto a problematização crítica de seus pressupostos estruturais constitui um movimento mais complexo e menos recorrente. Trabalhos como o de Moreira e Schlemmer (2020) indicam que a integração das tecnologias frequentemente se inicia pela organização do ensino e mediação pedagógica, sem que haja, necessariamente, análise dos valores e interesses incorporados aos sistemas técnicos. Ainda que tais estudos não operem diretamente com o conceito de código técnico, eles corroboram a ideia de que há uma defasagem entre o reconhecimento funcional das tecnologias e a crítica da racionalidade instrumental que as orienta.

No que se refere à categoria C5, a Tarefa 1 constitui o eixo estruturante da análise, uma vez que foi concebida explicitamente para observar a capacidade dos licenciandos de operar essa distinção conceitual. Diferentemente das demais categorias, que emergem de forma mais transversal, a instrumentalização foi exigida como elemento central da atividade. De modo geral, observa-se que os estudantes demonstraram maior segurança ao identificar a instrumentalização primária, frequentemente associando-a ao funcionamento técnico previsto pelo *design* da ferramenta. Já a instrumentalização secundária aparece com variações interpretativas, ora reduzida à criatividade pedagógica, ora aproximando-se da noção de Feenberg de reapropriação sociotécnica.

O Estudante 3, ao analisar a plataforma PhET, explicita a distinção de maneira relativamente clara:

> "*A instrumentalização primária diz respeito ao uso técnico da simulação tal como projetada: o professor apresenta a simulação no projetor, manipula as variáveis e os alunos observam os efeitos. Já a instrumentalização secundária emerge quando a simulação é apropriada de forma mais livre e investigativa pelos estudantes (...) e podem estudar o fenômeno em questão à sua maneira*" (ESTUDANTE 3).

O trecho evidencia compreensão adequada da primária como uso operacional previsto no *design* e da secundária como ampliação investigativa. Contudo, a análise permanece centrada na dimensão metodológica da sala de aula, não avançando de modo sistemático para a compreensão da secundária como processo de reinserção ética e política da tecnologia no

contexto social. Em outra perspectiva, o Estudante 4, ao refletir sobre o Google Classroom, associa a instrumentalização primária às funcionalidades estruturais da plataforma:

> "*A instrumentalização primária do Google Classroom se refere às funcionalidades básicas e intencionais da ferramenta. Em sua forma mais direta, o Classroom é utilizado para a distribuição de conteúdo, a submissão de tarefas, a comunicação básica e o gerenciamento de notas*" (ESTUDANTE 4).

Em seguida, ao tratar da instrumentalização secundária, o mesmo estudante afirma que ela "vem das adaptações, usos não planejados e ressignificações que usuários (…) impõem à ferramenta" (ESTUDANTE 4). Aqui há indício de compreensão de que o uso pedagógico pode ultrapassar o *script* técnico original. Ainda assim, a secundária é descrita majoritariamente como reorganização prática, sem problematização mais ampla das estruturas que delimitam tais possibilidades. Por fim, o Estudante 2 apresenta uma formulação que se aproxima mais diretamente da noção de reapropriação ao analisar a plataforma Kahoot e afirmar que:

> "*professores podem contextualizar o Kahoot (...) aproximando a atividade da cultura juvenil (...) Os próprios alunos podem reinventar o uso da ferramenta (...) exemplificando a 'pirataria' de sentido mencionada por Feenberg*" (ESTUDANTE 2).

Nesse caso, a instrumentalização secundária é compreendida como reapropriação e ressignificação dos usos originalmente previstos para a tecnologia, aproximando-se do entendimento da técnica como campo de disputa simbólica. Ainda assim, mesmo nos casos mais elaborados, a análise permanece predominantemente restrita ao contexto pedagógico em que a tecnologia é aplicada, sem avançar de forma consistente para a problematização de suas determinações mais amplas. Assim, a Tarefa 1, para esta categoria, revela que a distinção conceitual foi assimilada com relativa consistência, mas a densidade crítica da instrumentalização secundária, especialmente em sua dimensão sociopolítica, ainda se encontra em processo de consolidação.

No que se refere à categoria C8, a tarefa não apresenta uma problematização sistemática da automação como substituição do trabalho docente, mas oferece indícios relevantes de reorganização das funções do professor mediadas pelas tecnologias analisadas. Ainda que os textos não utilizem explicitamente o vocabulário da automação, observa-se que a incorporação de plataformas digitais e sistemas baseados em IA implica deslocamentos nas práticas de planejamento, avaliação e condução das atividades em sala de aula. A automação

aparece, portanto, menos como ameaça direta de substituição e mais como reconfiguração da autoridade pedagógica e das tarefas docentes.

O Estudante 4, ao examinar a plataforma Google Classroom, destaca que a plataforma "*oferece ferramentas para que os professores avaliem essas atividades, forneçam feedback e registrem notas*", refletindo "*uma preocupação com a mensuração do desempenho e a formalização do processo avaliativo*" (ESTUDANTE 4). Tal formulação indica que parte do trabalho avaliativo é estruturado e mediado pela lógica técnica da plataforma, deslocando o professor para uma posição de gestor e operador de um sistema previamente configurado. De modo semelhante, o Estudante 5, ao analisar o uso do ChatGPT[6], afirma que a ferramenta pode "*auxiliar em suas pesquisas, tanto na questão de montagem de listas de exercícios (...) até criar sequências de estudos, com isso pode se montar matrizes de competências*" (ESTUDANTE 5). Nesse caso, observa-se indício mais direto de delegação de tarefas tradicionalmente associadas ao planejamento docente. Ainda que nenhum dos trabalhos defenda explicitamente a substituição do professor, os trechos revelam que a automação reorganiza o trabalho pedagógico, deslocando parte da produção de conteúdo e da sistematização didática para sistemas técnicos, o que constitui elemento central para a análise crítica da categoria.

A análise da Tarefa 1, portanto, evidencia um estágio inicial, porém significativo de apropriação da TCT pelos licenciandos. As categorias C1, C2, C4 e C5 emergem com maior densidade, especialmente a C5, que constituiu o eixo estruturante da atividade e revelou capacidade consistente de distinção entre uso técnico previsto e reapropriação pedagógica. Observa-se superação parcial da concepção de neutralidade, reconhecimento de ambivalências no plano didático e identificação de valores incorporados ao *design* das ferramentas analisadas. Entretanto, a maior parte das reflexões permanece situada no nível micro da prática escolar, com problematização ainda incipiente das dimensões macroestruturais que atravessam o desenvolvimento e a circulação das tecnologias educacionais. No que se refere à automação (C8), os indícios apontam mais para uma reconfiguração do trabalho docente do que para sua substituição direta, sugerindo que a criticidade frente à reorganização algorítmica da docência ainda se encontra em consolidação. Assim, a Tarefa 1 cumpre papel um diagnóstico fundamental: revela deslocamentos

[6] Sistema de inteligência artificial generativa desenvolvido pela OpenAI, baseado em modelos de linguagem de grande escala (*largePIBIDuage models*), capaz de produzir textos, responder a perguntas e auxiliar na elaboração de conteúdos a partir de comandos em linguagem natural. Veja mais em: https://chatgpt.com/ (acessado em Maio de 2026).

conceituais relevantes, mas também delimita os contornos do horizonte crítico a partir do qual os licenciandos ingressam nas etapas posteriores do percurso formativo.

4.2.2 Na Tarefa 2 - Experiência de planejamento com IA

A Tarefa 2 foi estruturada como uma atividade de interação direta com sistemas de IA generativa, tendo como objetivo deslocar o foco da análise conceitual para a experiência prática de produção mediada por algoritmos. O enunciado orientava que cada licenciando selecionasse uma ferramenta de IA, como ChatGPT, Gemini ou Copilot, e solicitasse a elaboração de uma unidade didática ou plano de aula para o EF, podendo realizar até cinco modificações consecutivas exclusivamente por meio de novos comandos, sem a realização de ajustes manuais no material final. Como parte da atividade, os estudantes deveriam apresentar: (i) a sequência completa de *prompts* utilizados; (ii) o plano ou unidade didática gerada; e (iii) comentários reflexivos sobre o processo, incluindo a análise de aspectos positivos e limitantes da produção, possíveis modificações para uso em sala de aula e articulações com os conceitos de neutralidade tecnológica, código técnico, tecnocracia e democratização discutidos ao longo da formação (Feenberg, 2015).

A experiência prática da Tarefa 2 foi antecedida por um percurso conceitual que precisa ser considerado na interpretação dos dados. No Encontro 4, a discussão sobre tecnocracia e democracia retomou as noções de instrumentalização primária e secundária e problematizou quem participa das decisões incorporadas aos sistemas técnicos. Nos encontros seguintes, essas categorias foram relacionadas aos impactos sociais e culturais das tecnologias, às IAG e ao planejamento docente. A tarefa não foi, portanto, uma situação espontânea de uso, mas uma atividade formativa deliberadamente construída para colocar os licenciandos diante de produtos algorítmicos e exigir que explicitassem critérios de aceitação, recusa e modificação (Feenberg, 2015, 2017).

A atuação do pesquisador-formador também integrou esse processo. Perguntas formuladas nos encontros, orientações individuais, retomadas conceituais e solicitações de justificativa criaram condições para que determinadas tensões fossem tematizadas. Essas intervenções não foram tratadas como evidências de criticidade dos estudantes. A manifestação foi atribuída ao licenciando somente quando aparecia em sua fala, comentário, sequência de comandos, revisão ou decisão pedagógica e podia ser confrontada com outra fonte. Essa distinção é necessária porque a reflexão pode ser estimulada pela formação sem que se conclua, de modo causal, que foi produzida exclusivamente por ela. Schön (1983)

permite compreender a revisão do planejamento como reflexão sobre a ação; Zeichner (1993), por sua vez, exige verificar se essa reflexão ultrapassa o ajuste individual e alcança condicionantes sociais e institucionais.

Na Tarefa 2, a densidade formativa tornou-se visível de maneiras distintas. Um licenciando criticou a problematização inicial, a avaliação tradicional e a baixa presença de História e Filosofia da Ciência e de relações CTSA, propondo alterações coerentes com sua concepção pedagógica. Outro substituiu progressivamente um experimento por análise de casos e solicitou maior aprofundamento conceitual. Em outra produção, os comandos acrescentaram relações entre trabalho e energia, unidades, sinais e sentidos físicos, revelando intervenção substantiva no conteúdo. Em contraste, o plano produzido no Gemini foi apresentado com pouca metarreflexão preservada no registro, o que constitui evidência mais fraca de criticidade mobilizada. O número de comandos, isoladamente, não foi utilizado como indicador: a interpretação considerou o que foi modificado, quais valores sustentaram a mudança e se houve recontextualização pedagógica ou apenas refinamento funcional.

A análise das tarefas entregues oferece indícios de um tipo específico de material, no qual o plano de aula final não pode ser compreendido isoladamente, mas em relação ao processo iterativo entre sujeito e sistema técnico. Em diversos casos, os licenciandos utilizaram os *prompts* para solicitar refinamentos conceituais, ajustes metodológicos ou inclusão de elementos específicos, como problematizações iniciais e abordagens histórico-epistemológicas. Os comentários reflexivos também sugerem que a IA foi percebida como produtora de uma estrutura inicial organizada, cuja adequação pedagógica dependia de avaliação e intervenção humanas. Tais evidências permitem tratar a tarefa como dispositivo de observação da interação sociotécnica, sem pressupor que o percurso formativo tenha causado os posicionamentos encontrados ou que toda modificação represente criticidade.

Essa característica distingue substancialmente a Tarefa 2 da anterior. Se na Tarefa 1 os estudantes analisavam tecnologias a partir de exemplos já existentes, sem interação direta com seu funcionamento, aqui passam a negociar com um sistema algorítmico em tempo real. O *corpus* empírico, portanto, compõe-se de três camadas: (i) sequência de *prompts*; (ii) versões sucessivas do plano gerado; e (iii) comentários reflexivos dos licenciandos. Essa estrutura permite observar não apenas o conteúdo produzido pela IA, mas a forma como o futuro professor intervém, aceita, modifica ou tensiona o material proposto. Em termos metodológicos, trata-se de um material processual que busca revelar padrões de racionalidade técnica, tanto no funcionamento do sistema quanto na postura adotada pelo licenciando frente a ele.

Os comentários discentes já evidenciam essa dimensão experiencial. Um dos estudantes afirma que "*a inteligência artificial pode ser bastante útil como ferramenta para criação de planos de aula*" (ESTUDANTE 1), destacando que o maior benefício estaria na geração de uma estrutura inicial. No entanto, o mesmo estudante observa que "*dificilmente uma IA vai produzir um bom plano de aula sozinha*" (ESTUDANTE 1), reconhecendo a necessidade de intervenção humana. Em outro trabalho, o estudante 2, ao apresentar o plano produzido pela IA sobre quantidade de movimento, observa-se uma estrutura formalizada, com divisão rígida em objetivos, conteúdos, metodologia e avaliação. Já em proposta distinta, do estudante 3, nota-se a incorporação de metodologias como *Peer Instruction* e *Just-in-Time Teaching*, articuladas em sequência didática estruturada.

Esses dados sugerem que a IA tende a produzir planos organizados segundo modelos pedagógicos já consolidados na literatura e na formação docente, como a divisão em objetivos, conteúdos, metodologia e avaliação, bem como a incorporação de estratégias amplamente difundidas, como *Peer Instruction* e *Just-in-Time Teaching*. No entanto, a ausência do registro completo dos *prompts* utilizados em todos os casos impõe uma limitação analítica relevante, pois impede distinguir com precisão se tais elementos emergem de forma autônoma a partir do modelo generativo ou se são resultado de induções explícitas realizadas pelos próprios licenciandos ao longo da interação. Essa indeterminação não é apenas um problema metodológico, mas revela uma característica central dos sistemas de IA generativa: sua produção textual é sensível às instruções recebidas, dependendo da formulação dos comandos, dos refinamentos sucessivos e da interpretação crítica do usuário. Trata-se, portanto, de uma espécie de coautoria condicionada, na qual a fronteira entre autoria humana e resposta algorítmica torna-se difusa, pois o texto produzido emerge da interação entre solicitação humana, processamento automatizado e mediação posterior do professor (Giraffa; Kohls-Santos, 2023). Nesse sentido, o plano de aula produzido não pode ser atribuído integralmente nem ao estudante nem ao sistema, mas deve ser compreendido como resultado de uma mediação sociotécnica.

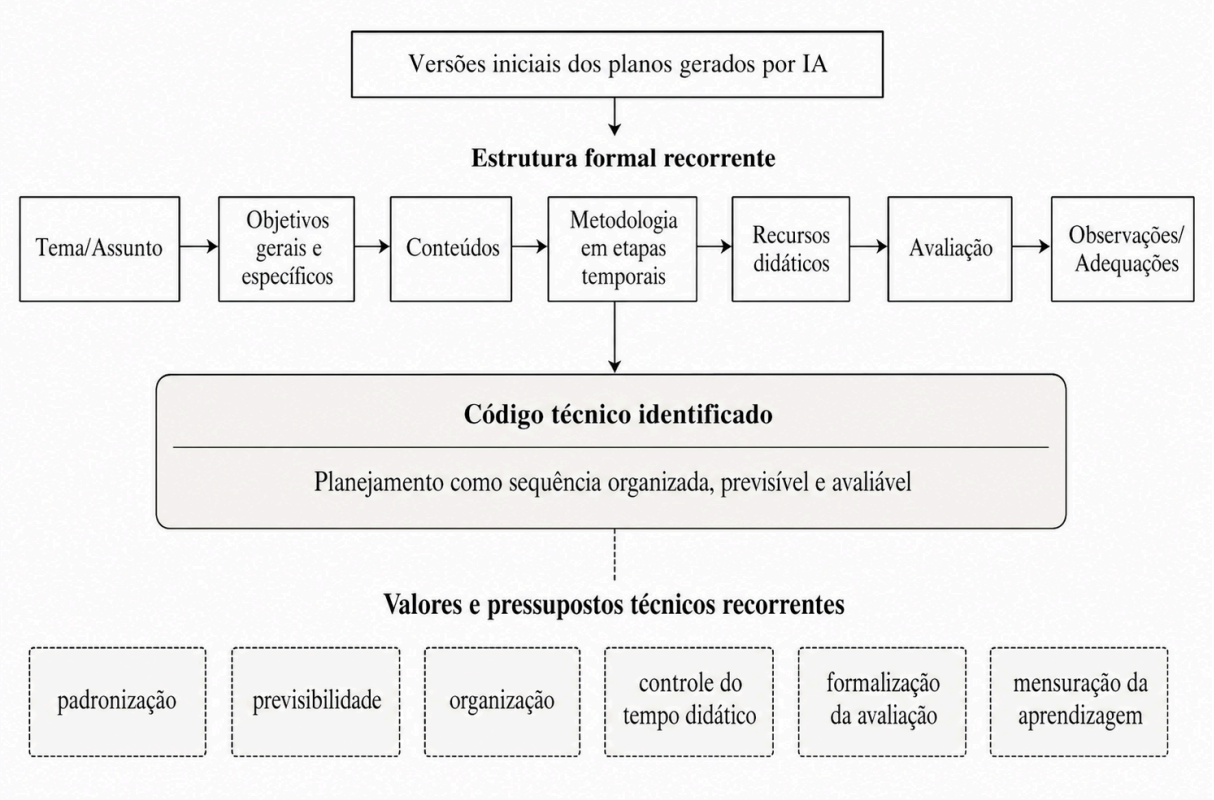
A literatura recente sobre o uso de IA generativa na educação corrobora essa leitura ao apontar que modelos como o ChatGPT tendem a reproduzir estruturas discursivas e pedagógicas predominantes nos dados com os quais foram treinados, o que inclui formatos tradicionais de planejamento didático e abordagens pedagógicas amplamente difundidas (Zawacki-Richter et al., 2019; Kasneci et al., 2023). Ao mesmo tempo, esses estudos destacam que pequenas variações nos *prompts* podem gerar diferenças significativas nos resultados, reforçando o papel ativo do usuário na orientação da produção algorítmica. No

contexto desta pesquisa, isso implica reconhecer que a aparente padronização dos planos pode decorrer tanto de um código técnico incorporado ao sistema quanto das próprias expectativas pedagógicas mobilizadas pelos licenciandos durante a interação. Assim, mais do que evidenciar uma tendência unívoca da IA, os dados apontam para a necessidade de analisar a produção como um processo relacional, no qual se articulam repertórios pedagógicos, escolhas do usuário e limitações estruturais do modelo, em consonância com a perspectiva da TCT de que os sistemas técnicos incorporam e reproduzem formas sociais historicamente situadas (Feenberg, 2015).

Dessa forma, a análise dessa tarefa será orientada não apenas pela qualidade didática do produto final, mas pela racionalidade sociotécnica que se manifesta na interação humano–IA. À luz do Estudo de Caso de Yin (2015), a tarefa configura-se como fonte que permite rastrear a cadeia de evidências entre *prompts*, respostas algorítmicas e interpretações discentes.

A análise das versões iniciais dos planos gerados pelas ferramentas de IA, busca identificar padrões estruturais recorrentes que indicam a presença de um código técnico relativamente estabilizado. Independentemente da ferramenta utilizada, os planos apresentam organização formalizada, divisão clara entre objetivos gerais e específicos, listagem de conteúdos, metodologia distribuída por etapas temporais e seção específica para avaliação. Com o objetivo de explicitar visualmente essa recorrência, a Figura 3 sintetiza a estrutura formal comum observada nos planos gerados, articulando-a aos valores e pressupostos técnicos que orientam sua organização.

Figura 3: Estrutura recorrente das versões iniciais dos planos gerados por IA



Fonte: autoria própria.

A Figura 3 apresenta, inicialmente, as "versões iniciais dos planos gerados por IA" como ponto de partida da análise, indicando que o foco não recai sobre o produto final reelaborado pelos licenciandos, mas sobre a primeira estrutura oferecida pelo sistema algorítmico. A partir desse ponto, o fluxograma identificado como "estrutura formal recorrente" explicita a arquitetura comum dos planos: tema ou assunto, objetivos gerais e específicos, conteúdos, metodologia em etapas temporais, recursos didáticos, avaliação e observações ou adequações. Essa sequência evidencia que as respostas da IA não se organizam de modo aleatório, mas tendem a reproduzir uma forma estabilizada de planejamento pedagógico, marcada por segmentação, ordenação e previsibilidade.

A área inferior da figura, denominada "código técnico identificado", explicita a interpretação teórica atribuída a esse padrão. Ao caracterizar o planejamento como "sequência organizada, previsível e avaliável", a figura indica que a IA não apenas responde a uma solicitação, mas mobiliza uma racionalidade pedagógica específica, na qual a aula é estruturada como um conjunto de etapas controláveis e verificáveis. Nesse sentido, a organização visual permite relacionar diretamente a forma recorrente dos planos aos valores e pressupostos técnicos nela inscritos, tais como padronização, previsibilidade, organização, controle do tempo didático, formalização da avaliação e mensuração da aprendizagem. À luz

da TCT, esses elementos podem ser compreendidos como expressão de um código técnico, pois revelam que as ferramentas de IA tendem a estabilizar certas concepções de ensino consideradas legítimas, eficientes ou pedagogicamente adequadas.

A Figura 3, portanto, não deve ser lida como mera representação descritiva dos planos, mas como síntese analítica da racionalidade sociotécnica que atravessa sua produção. Ela torna visível que a IA generativa, ao elaborar planos de aula, tende a articular repertórios pedagógicos já consolidados na cultura escolar, convertendo-os em uma estrutura formal organizada. Essa constatação não implica afirmar que os planos sejam inadequados, mas permite problematizar que sua organização incorpora valores específicos sobre o que significa planejar, ensinar, avaliar e controlar o tempo pedagógico. Desse modo, a figura prepara a leitura da Tabela 22, na qual são sistematizados os principais elementos pedagógicos recorrentes presentes nos planos produzidos.

Com o objetivo de tornar tais recorrências mais visíveis ao leitor, foi elaborada a Tabela 22 , na qual se sistematizam os principais elementos pedagógicos presentes nos planos produzidos. A Tabela 22 evidencia que componentes como aula expositiva dialogada, problematização inicial e avaliação formativa aparecem em grande parte dos materiais analisados, sugerindo que as ferramentas de IA tendem a mobilizar repertórios pedagógicos já consolidados no campo educacional.

Tabela 22 : Elementos pedagógicos recorrentes sugeridos pelas ferramentas de IA

Elemento pedagógico recorrente	**Nº de planos em que apareceu (n=6)**
Aula expositiva dialogada	6
Problematização inicial/pergunta disparadora	5
Avaliação formativa ao longo da aula	5
Uso de *slides*, vídeo ou mídia digital	4
Trabalho em grupos/discussão coletiva	4
Exercícios de aplicação	4
Quiz/atividade rápida de verificação	3
Contextualização com cotidiano	3
Metodologias ativas nomeadas (*Peer Instruction* e *JiTT*)	2

Fonte: autoria própria.

A leitura da Tabela 22 reforça que não se trata de produções aleatórias ou totalmente abertas, mas de respostas organizadas segundo modelos de planejamento didático. Mesmo quando variam exemplos, conteúdos específicos ou estratégias complementares, permanece uma arquitetura comum marcada por sequencialidade, explicitação de objetivos, condução metodológica e mecanismos de verificação da aprendizagem. À luz da TCT, esse padrão pode ser interpretado como expressão de um código técnico que incorpora determinadas concepções de ensino consideradas legítimas ou eficientes, reproduzindo formatos amplamente disseminados na cultura escolar e na formação docente.

No plano sobre quantidade de movimento, por exemplo, observa-se estrutura compartimentada: "1. Dados de Identificação; 2. Objetivos; 3. Conteúdos; 4. Metodologia e Desenvolvimento; 5. Recursos e Materiais; 6. Avaliação" (ESTUDANTE 2). A recorrência dessa organização formal sugere compatibilidade com modelos de planejamento amplamente difundidos na formação docente, padrão também observado em estudos recentes sobre o uso de ChatGPT no Ensino de Física (Guerrero-Zambrano et al., 2025).

Esse padrão não se restringe à estrutura formal. No plano intitulado Da Máquina de Newton ao Caos, a IA incorpora metodologias como *Peer Instruction* e *Just-in-Time Teaching*, articuladas em sequência didática estruturada, com divisão em aulas, objetivos gerais e tarefas prévias (ESTUDANTE 3). A presença dessas metodologias pode ser compreendida à luz de documentos formativos e orientações curriculares que têm enfatizado, nas últimas décadas, a centralidade de estratégias ativas, a organização por competências e a explicitação de objetivos de aprendizagem, como observado na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) e em diretrizes para formação docente que reforçam a necessidade de planejamento estruturado e alinhado a resultados educacionais. Nesse sentido, a recorrência dessas abordagens nos planos gerados pela IA sugere a mobilização de um repertório pedagógico já consolidado e difundido no campo educacional.

O código técnico da IA, nesse sentido, não é neutro: ele tende a organizar o ensino segundo modelos hegemônicos de planejamento, enfatizando etapas bem definidas, objetivos mensuráveis e avaliação sistemática. Essa característica pode ser interpretada, à luz da TCT, como expressão de uma racionalidade técnica que privilegia a formalização, a previsibilidade e o controle dos processos educativos, incorporando valores que orientam não apenas o funcionamento do sistema, mas também as formas de pensar e estruturar o ensino (Feenberg, 2017). Ao reproduzir automaticamente tais modelos, a IA não apenas oferece suporte ao planejamento docente, mas também condiciona, ainda que de maneira implícita, os modos de

organização da prática pedagógica, reforçando determinadas concepções de ensino em detrimento de outras. Assim, o uso desses sistemas pode contribuir para a padronização de estruturas didáticas, ao mesmo tempo em que desloca para segundo plano dimensões menos formalizáveis do processo educativo, como a contingência, a negociação em sala de aula e a construção situada do conhecimento. Esse resultado é corroborado por Sampaio Junior (2022), ao problematizar a tendência de pesquisas sobre tecnologias educacionais privilegiarem a inserção técnica e a automação do ensino, sem discutir suficientemente a diferença entre "conteúdo informacional" e processos efetivos de criação, produção e mediação pedagógica. No caso dos planos gerados por IA, observa-se justamente esse risco: a ferramenta organiza o planejamento em uma sequência formal coerente, mas tende a representar a aula como estrutura previamente ordenada, reduzindo a visibilidade dos ajustes, imprevistos, conflitos interpretativos e decisões situadas que constituem a prática docente real.

Essa limitação evidencia que a atuação docente envolve dimensões que não se esgotam na aplicação técnica de procedimentos previamente definidos. A docência não se reduz à execução de um plano formalmente organizado, pois exige interpretação contínua das situações, reformulação de estratégias, leitura das respostas dos estudantes e tomada de decisão diante de acontecimentos não previstos. Desse modo, a padronização produzida pelas ferramentas de IA evidencia um aspecto importante da categoria C4 – Valores e Pressupostos Técnicos: os sistemas tendem a privilegiar dimensões do planejamento que podem ser formalizadas, classificadas e sequenciadas, enquanto tornam menos visíveis dimensões abertas, relacionais e contingentes do trabalho pedagógico. Ao mesmo tempo, esse resultado também tensiona a categoria C8 – Automação e Papel Docente, pois mostra que a automação pode apoiar a organização inicial da aula, mas não substitui a mediação interpretativa que dá sentido pedagógico ao planejamento em contexto.

Nos comentários da atividade, essa padronização também é percebida pelos próprios licenciandos. Um dos estudantes afirma que, na primeira versão do plano, identificou "*uma visão bem tecnicista da ciência, com uma aula simples e direta, sem muita preocupação com a discussão sobre os conceitos e a história deles*" (ESTUDANTE 1). Esse trecho é particularmente interessante, pois indica que o plano gerado prioriza organização e operacionalidade em detrimento de problematizações epistemológicas mais densas. A racionalidade técnica manifesta-se, assim, na ênfase em clareza estrutural e eficiência didática, ao passo que dimensões históricas ou críticas aparecem de forma secundária ou ausente.

Esses resultados sugerem que o código técnico da IA generativa aplicada ao ensino pode estar alinhado a uma concepção de planejamento como procedimento formal e mensurável. A tecnologia tende a reproduzir um modelo de aula que privilegia sequencialidade, objetivos comportamentais e avaliação estruturada, configurando uma racionalidade compatível com processos de racionalização educacional. Essa interpretação aproxima-se da crítica de Sampaio Junior (2022), ao indicar que a inserção de tecnologias no ambiente escolar frequentemente é tratada sob a lógica da eficiência, da automação e da organização informacional, enquanto os processos de criação, produção e mediação pedagógica tendem a receber menor atenção. Tal constatação não implica desqualificação do material produzido, mas evidencia que o sistema incorpora valores pedagógicos específicos, os quais orientam as respostas algorítmicas. A Tarefa 2, nesse sentido, permite tornar visível o conjunto de pressupostos que estruturam a produção automatizada de planos de aula, abrindo espaço para a análise da instrumentalização secundária nas interações por meio dos *prompts* subsequentes.

A distinção entre instrumentalização primária e secundária torna-se particularmente fecunda nesta análise, sobretudo porque o próprio desenho da atividade estrutura a interação contínua entre o licenciando e o sistema de IA. A instrumentalização primária manifesta-se nos momentos iniciais da interação, quando o estudante aciona a ferramenta por meio de um *prompt* e aceita, ao menos provisoriamente, a estrutura e os conteúdos produzidos pelo sistema, operando dentro das possibilidades já configuradas pelo modelo algorítmico. Nesse nível, a tecnologia é mobilizada como meio de produção automatizada, sendo apropriada principalmente por sua capacidade de gerar rapidamente um material organizado.

Por outro lado, a instrumentalização secundária emerge ao longo da sequência de interações, na medida em que o licenciando passa a intervir ativamente sobre as respostas produzidas, reformulando comandos, solicitando ajustes e introduzindo novos critérios pedagógicos. Esse processo evidencia uma dinâmica de negociação progressiva, na qual o estudante não apenas utiliza a ferramenta, mas busca orientar e reconfigurar o material gerado em função de suas próprias intenções didáticas. Assim, o foco analítico desloca-se do produto final para o percurso de interação, permitindo observar como o sujeito interpreta, aceita, rejeita ou transforma as sugestões do sistema. O dado relevante, portanto, não reside apenas no plano de aula produzido, mas no modo como o licenciando se posiciona frente à tecnologia, revelando diferentes graus de agência na mediação com o sistema técnico.

No relato do estudante 1, essa dinâmica aparece de forma explícita:

> "*No primeiro prompt, solicitei que o plano de aula incluísse a discussão de uma situação real que envolvesse o conceito de trabalho para gerar interesse. Gostei bastante do exemplo que o Chat GPT criou (...). A primeira versão do plano de aula gerado pela IA, julguei demasiadamente simples, por isso solicitei uma série de alterações*" (ESTUDANTE 1).

O trecho revela dois movimentos distintos: inicialmente, a aceitação da estrutura produzida, caracterizando uma forma de instrumentalização primária, e, em seguida, a intervenção por meio de novos *prompts*, configurando uma tentativa de instrumentalização secundária. A percepção de que o material era "demasiadamente simples" (Estudante 2) indica não apenas a recusa de uma postura passiva frente ao produto algorítmico, mas a mobilização de critérios próprios de qualidade pedagógica por parte do licenciando, ainda que de forma inicial. Esse aspecto é particularmente relevante no campo da formação docente, pois estudos recentes apontam que o desenvolvimento da criticidade frente às tecnologias digitais depende da capacidade do professor em formação de avaliar, selecionar e transformar materiais, e não apenas utilizá-los (Moreira; Schlemmer, 2020; Valente, 2019). No contexto do Ensino de Ciências, essa postura ativa é frequentemente associada à construção de autonomia pedagógica e à superação de práticas meramente reprodutivas, indicando que a interação com a IA, quando acompanhada de avaliação e revisão, pode constituir um espaço formativo para o exercício dessa autonomia, ainda que limitado pelas condições do próprio sistema técnico.

Contudo, mesmo nas interações sucessivas, observa-se que a reconfiguração permanece condicionada ao repertório disponibilizado pela própria IA. No plano sobre quantidade de movimento, a estrutura formal apresentada (objetivos, metodologia e avaliação) mantém-se estável ao longo da sequência de *prompts*, sugerindo que a intervenção do licenciando altera sobretudo ênfases, exemplos e estratégias pontuais, sem produzir transformações significativas na organização estrutural do plano. Esse resultado evidencia um limite importante da instrumentalização secundária no contexto de sistemas generativos: embora a tecnologia permita ajustes e refinamentos, sua arquitetura tende a reproduzir padrões relativamente estáveis de organização pedagógica. A literatura sobre uso de IA na Educação ainda explora de forma incipiente essa tensão específica, mas já aponta que modelos generativos operam com forte tendência à padronização de formatos discursivos e didáticos, em função de seu treinamento em grandes corpora textuais (Kasneci et al., 2023). No campo nacional, embora não se encontrem análises diretamente articuladas a essa problemática nos termos da TCT, estudos sobre integração de tecnologias digitais na docência indicam que os sistemas tendem a induzir formas específicas de organização do ensino,

limitando, em certa medida, a autonomia do professor à adaptação de estruturas previamente definidas (Moreira; Schlemmer, 2020). Assim, a constatação de que a tecnologia permite ajustes, mas preserva sua arquitetura estrutural, não apenas descreve um comportamento do sistema, mas aponta para um elemento central do código técnico dessas ferramentas: a delimitação das margens dentro das quais a ação docente pode se exercer, tensionando a relação entre agência pedagógica e racionalidade técnica.

Assim, a Tarefa 2 evidencia que a instrumentalização secundária não equivale a controle total do usuário sobre o sistema. O licenciando consegue tensionar conteúdos, solicitar aprofundamentos ou incluir contextualizações, mas a matriz organizacional da aula permanece fortemente padronizada. A interação por *prompts* revela, portanto, uma forma de coautoria assimétrica, na qual o sujeito exerce agência, porém circunscrita aos limites da racionalidade técnica incorporada ao modelo generativo. Esse dado é particularmente relevante para compreender como futuros professores podem reapropriar tecnologias de IA sem, contudo, escapar completamente das estruturas que as configuram.

A ambivalência tecnológica manifesta-se de modo particularmente explícito nos comentários reflexivos produzidos pelos licenciandos ao final da atividade. Diferentemente da Tarefa 1, em que a ambivalência era tematizada de forma conceitual, aqui ela emerge da experiência concreta de interação com a IA. Os estudantes reconhecem simultaneamente a utilidade da ferramenta e suas limitações estruturais, evidenciando uma percepção não dicotômica da tecnologia. A IA é descrita como facilitadora do início do planejamento, o que indica que sua principal contribuição, nesse contexto, não está na substituição da ação docente, mas na redução do esforço cognitivo inicial associado à organização de ideias e estruturação de materiais. Esse aspecto aproxima-se do que a literatura tem denominado como apoio à fase de ideação ou "arranque" do trabalho docente, na qual ferramentas digitais podem atuar como catalisadoras do processo criativo, sem, contudo, substituir o julgamento pedagógico do professor (Moreira; Schlemmer, 2020). Ao mesmo tempo, ao ser considerada insuficiente para a elaboração de um material plenamente satisfatório, a IA é reconhecida como limitada em sua capacidade de contextualização, aprofundamento conceitual e adequação às especificidades da prática educativa, reforçando a ideia de que seu uso demanda mediação ativa. Nesse sentido, a ambivalência observada não expressa uma contradição, mas uma compreensão mais sofisticada da tecnologia, na qual se articulam potencialidades operacionais e limites estruturais, em consonância com a noção de ambivalência proposta por Feenberg (2015).

A tecnologia aparece, simultaneamente, como suporte e como limite, o que pode ser interpretado à luz da noção de ambivalência tecnológica proposta por Feenberg, segundo a qual os sistemas técnicos não possuem um significado único ou fixo, mas operam como campos de possibilidades que articulam potencialidades e restrições em função de seu *design* e de suas condições de uso (Feenberg, 2015). No campo educacional, essa leitura também encontra respaldo em estudos que indicam que tecnologias digitais podem ampliar a capacidade de organização, acesso à informação e produção de materiais, ao mesmo tempo em que introduzem formas de padronização, simplificação e dependência de estruturas previamente configuradas (Moreira; Schlemmer, 2020). Assim, compreender a tecnologia simultaneamente como suporte e limite implica reconhecer que sua inserção no ensino não se reduz à soma de vantagens e desvantagens, mas envolve a mediação entre agência docente e racionalidade técnica, na qual o professor atua negociando continuamente os usos, sentidos e alcances dos recursos tecnológicos em sua prática pedagógica.

Essa percepção ambivalente também se articula à análise do caráter tecnicista de algumas respostas geradas. Ao mencionar que a primeira versão do plano apresentava "*uma visão bem tecnicista da ciência, com uma aula simples e direta, sem muita preocupação com a discussão sobre os conceitos e a história deles*" (ESTUDANTE 1), o licenciando identifica que a racionalidade predominante na geração algorítmica tende à simplificação e à organização procedural. Essa leitura se aproxima da crítica desenvolvida por Gil-Pérez et al. (2001) às visões deformadas da ciência no ensino, especialmente quando a atividade científica é apresentada de modo ingênuo, linear e descontextualizado, sem explicitar seus conflitos históricos, controvérsias conceituais e condições sociais de produção. Nesse caso, a limitação da IA não se restringe à forma do plano, mas alcança a própria concepção de ciência que sustenta a proposta didática gerada.

A ambivalência, nesse sentido, desloca-se do plano funcional para o plano epistemológico: a IA é eficiente na estruturação formal do planejamento, mas limitada na problematização histórica e conceitual dos conteúdos científicos. Tal constatação revela avanço crítico em relação à tarefa anterior, pois a ambivalência deixa de ser apenas uma categoria teórica e passa a ser experimentada no processo de planejamento didático mediado por sistemas generativos. Ao reconhecer que o plano produzido pela IA organiza a aula, mas empobrece a discussão sobre a historicidade dos conceitos científicos, o licenciando passa a identificar que esses sistemas não apenas sugerem metodologias, mas também podem reproduzir determinadas imagens de ciência, ensino e aprendizagem.

Nesse ponto, a crítica aproxima-se das discussões de Deconto, Cavalcanti e Ostermann (2017), ao defenderem que o EF não deve reduzir a ciência a um corpo de conteúdos prontos, linearmente organizados e separados de seus contextos de produção, mas compreendê-la como prática historicamente situada, atravessada por dimensões epistemológicas, sociais e culturais. No contexto dos planos analisados, essa referência permite interpretar que a ausência de problematização histórica não é apenas uma lacuna de conteúdo, mas um indício de que o planejamento gerado pela IA tende a estabilizar uma concepção escolarizada de ciência, centrada na exposição conceitual, na aplicação procedimental e na avaliação da aprendizagem, deixando em segundo plano controvérsias, rupturas, disputas interpretativas e condições históricas de produção do conhecimento científico. Desse modo, o comentário do licenciando fortalece a articulação entre C2 – Ambivalência Tecnológica e C4 – Valores e Pressupostos Técnicos, pois evidencia que a eficiência operacional da ferramenta pode carregar pressupostos epistemológicos pouco problematizados, especialmente quando a ciência aparece como sequência linear de conceitos, procedimentos e aplicações (Gil-Pérez et al., 2001).

A Tarefa 2 também permite observar indícios relevantes da categoria C8 - Automação e o Papel Docente, ainda que a substituição direta do professor não seja defendida em nenhum dos trabalhos. O que emerge de modo mais consistente é a reorganização de determinadas funções tradicionalmente atribuídas ao docente, sobretudo no que se refere ao planejamento didático. Ao solicitar que a IA produza uma unidade completa, com objetivos, metodologia, avaliação e cronograma, o licenciando delega ao sistema uma etapa que, historicamente, constitui parte central do trabalho profissional do professor. A automação não se apresenta como eliminação da mediação humana, mas como deslocamento parcial da autoria inicial do planejamento.

No relato reflexivo de um dos estudantes, essa reorganização é explicitada ao afirmar que a IA "*faz justamente isso*", isto é, produzir o início do plano, e que "*ter uma estrutura inicial para um plano de aula já é extremamente útil*" (ESTUDANTE 1). Nesse contexto, o professor passa a ocupar posição de avaliador e editor do material gerado, e não necessariamente de autor originário da estrutura didática, o que dialoga com discussões recentes sobre a reconfiguração da docência em contextos digitais, nas quais o professor assume funções de curadoria, mediação e reorganização de conteúdos produzidos por sistemas tecnológicos (Moreira; Schlemmer, 2020). Em outro exemplo, o plano produzido apresenta seções detalhadas de avaliação diagnóstica, formativa e somativa, com descrição de instrumentos e critérios (ESTUDANTE 2). Tal organização evidencia que parte da lógica

avaliativa é estruturada automaticamente, configurando o docente como operador de um modelo previamente formatado.

Entretanto, a própria percepção dos licenciandos indica que essa automação não elimina a necessidade de intervenção crítica. Ao reconhecer que o plano inicial era "*demasiadamente simples*" e que seriam necessárias "*várias pequenas alterações*" para aplicá-lo em sala (ESTUDANTE 1), o estudante reafirma a centralidade da mediação docente. A automação, portanto, não se configura como substituição, mas como reconfiguração da prática: o professor assume papel de curador, ajustador e crítico do material algorítmico, o que dialoga com estudos recentes que apontam a emergência de funções docentes centradas na mediação, seleção e recontextualização de conteúdos produzidos em ambientes digitais (Moreira; Schlemmer, 2020). À luz da TCT, esse movimento pode ser interpretado como racionalização do trabalho pedagógico, na qual a produção inicial é automatizada, mas a legitimação e contextualização permanecem dependentes da agência humana (Feenberg, 2015). Tal constatação é crucial para compreender como futuros docentes percebem a IA não como entidade autônoma que os substitui, mas como sistema que reorganiza suas funções dentro de uma nova ecologia sociotécnica, na qual a ação docente se desloca, mas não se extingue. Nessa direção, Giraffa e Kohls-Santos (2023) argumentam que a presença da IA na educação não elimina a necessidade do professor, mas reconfigura suas responsabilidades, exigindo mediação crítica, curadoria, validação das informações e capacidade de orientar pedagogicamente os usos dessas ferramentas.

4.2.3 Na Tarefa 3 - Primeiro plano de aula

A Tarefa 3 consistiu na elaboração e entrega de planos de aula destinados às regências no âmbito do PIBID, configurando um momento de transposição do percurso formativo para a atuação pedagógica em contexto escolar real. Diferentemente das tarefas anteriores, de caráter exploratório e centradas na análise ou interação com tecnologias, esta atividade demandava a construção de um planejamento didático completo, voltado à aplicação em turmas da escola parceira, sob acompanhamento do professor supervisor. Os licenciandos possuíam liberdade para escolher os conteúdos e as ferramentas a serem utilizadas, sendo recomendado, ainda que não obrigatório, que incorporassem a temática das IA em algum momento da aula, seja como objeto de discussão, recurso didático ou elemento de problematização. Para fins de organização institucional, foi sugerido um modelo padronizado de plano, contemplando os seguintes elementos: tópicos ou assunto, objetivos docentes, procedimentos organizados em

problematização inicial, desenvolvimento e fechamento, recursos didáticos, avaliação e observações. Nesse sentido, o planejamento deixa de ser um exercício hipotético para assumir caráter formal e institucional, exigindo não apenas consistência conceitual e metodológica, mas também adequação às condições concretas da escola, à organização curricular vigente e às demandas avaliativas associadas à prática docente.

Outro aspecto central dessa tarefa foi a necessidade de alinhamento ao planejamento já estruturado pelo professor da escola. Os conteúdos, o tema, o ritmo das aulas e os critérios avaliativos deveriam respeitar a organização curricular vigente, o que delimitou o campo de autonomia dos licenciandos. Além disso, tornou-se explícita a responsabilidade pela atribuição de notas e pela condução de avaliações formais, introduzindo uma dimensão institucional sensível que reforça a formalização do planejamento. O plano, nesse contexto, não poderia ser apenas conceitualmente interessante ou metodologicamente inovador; deveria ser exequível, coerente com a realidade da turma e legitimado pelas demandas da escola.

No que se refere ao uso de IA, não houve exigência explícita de incorporação dessas ferramentas na construção dos planos ou na condução das aulas. Contudo, durante os encontros formativos e orientações individuais, foram discutidas possibilidades de uso da IA como recurso didático, dispositivo de problematização conceitual ou ferramenta auxiliar de planejamento. A decisão final quanto à adoção, ou não, dessas tecnologias ficou a cargo de cada licenciando. Assim, a Tarefa 3 configura-se como um espaço privilegiado para observar se e como as discussões teóricas realizadas ao longo da formação se materializam quando os futuros docentes assumem responsabilidade pedagógica em um contexto escolar real.

O *corpus* documental da Tarefa 3 é composto por 5 planos de aula[7] elaborados para aplicação nas regências do PIBID, cada um correspondente a um licenciando participante. Para além dos documentos finais entregues, a análise incorporou também as transcrições das orientações individuais realizadas com os estudantes, nas quais foram discutidas reformulações conceituais, ajustes metodológicos e, em alguns casos, sugestões de uso de inteligências artificiais como recurso didático. Dessa forma, o *corpus* não se restringe ao produto textual formalizado, mas inclui registros processuais que permitem compreender as decisões pedagógicas em sua dimensão formativa.

Inicialmente, procedeu-se à leitura integral dos planos de aula e das transcrições das orientações individuais, buscando identificar unidades analíticas relacionadas à problematização inicial, à organização conceitual e metodológica das aulas e à estrutura avaliativa. Esses elementos foram sistematizados na Tabela 23, permitindo visualizar padrões

[7] Dois trabalhos ficaram de fora pois não foram entregues.

recorrentes e variações na estrutura pedagógica dos planos elaborados pelos licenciandos. Diferentemente de uma descrição isolada dos documentos, essa sistematização possibilita evidenciar regularidades na forma como as aulas são organizadas, especialmente no que se refere à sequência didática adotada e às estratégias de avaliação mobilizadas.

Tabela 23: Organização pedagógica dos planos de aula elaborados pelos licenciandos

Estudante	**Problematização inicial**	**Organização da aula**	**Estrutura avaliativa**
Est. 1	"O que é energia?"	História do conceito → definição → exemplos	Lista de exercícios + exemplo próprio
Est. 2	Experimento de sombras coloridas para introdução da óptica	Introdução → exposição → modelo explicativo	Participação e construção conceitual
Est. 3	Situação-problema: mochila vs carro	Problematização → dedução → aplicação	Exercícios operacionais
Est. 4	"Do que somos feitos?"	Histórico → modelos → contextualização social	Avaliação por projeto
Est. 5	Situações cotidianas + analogias	Exemplificação → formalização → prática	Avaliação contínua + quiz

Fonte: autoria própria.

Paralelamente, os dados referentes às tecnologias utilizadas foram organizados na Tabela 24 (apresentada na sequência), que sintetiza os recursos mobilizados e suas formas de uso conforme descritas nos planos e relatórios. A separação entre esses dois níveis de análise não é apenas organizacional, mas analítica, pois permite distinguir a estrutura pedagógica da mediação tecnológica, evitando a sobreposição entre dimensões distintas do planejamento. Enquanto a Tabela 23 evidencia a estabilidade relativa da organização didática, a Tabela 24 revela a diversidade de recursos técnicos incorporados, possibilitando analisar em que medida essas tecnologias reconfiguram, ou não, a lógica de organização da aula.

Tabela 24: Tecnologias mobilizadas e formas de uso nos planos e relatórios

Estudante	Tecnologias (digitais, analógicas e híbridas)	Forma de uso descrita nos planos/relatórios
Est. 1	Vídeo; Simulação computacional (PhET); Carrinhos; Competição prática.	Vídeo utilizado para ilustrar a conservação de energia após explicação teórica; simulação computacional para visualização de transformações energéticas; atividade prática competitiva para aplicar conceitos de energia mecânica.
Est. 2	Quadro branco; Lista de exercícios impressa.	Aula predominantemente expositiva, com formalização conceitual no quadro e resolução de exercícios; opção deliberada por não utilizar *slides* em aula introdutória.
Est. 3	Simulações computacional; Recursos digitais via *internet*; *Chromebooks.*	Uso de simulações computacionais e recursos digitais como apoio à visualização de fenômenos físicos e dinamização da aula.
Est. 4	Rampa impressa em 3D; Bolinhas de gude; Brinquedos com mola; Quadro.	Demonstração experimental de transformação de energia (elástica, potencial e cinética) com objetos manipuláveis; formalização posterior no quadro.
Est. 5	Quadro; Lista de exercícios avaliativa.	Exposição conceitual com formalização matemática no quadro; aplicação de exercícios como instrumento de avaliação ao final da sequência.

Fonte: autoria própria.

A partir dessa dupla sistematização, realizou-se o desagrupamento das unidades em eixos interpretativos coerentes com as categorias estruturantes da pesquisa, sem impor classificações rígidas a priori, mas observando recorrências, tensões e deslocamentos. Em seguida, o reagrupamento consistiu na articulação entre os documentos oficiais e os registros das orientações, confrontando o que foi formalizado nos planos com aquilo que emergiu nas discussões formativas. Esse confronto entre fontes permitiu identificar situações em que o uso da IA foi sugerido, debatido ou posteriormente relatado como incorporado na prática, ainda que não estivesse explicitamente descrito no texto final.

Por fim, na etapa interpretativa, os padrões identificados foram analisados com base nas categorias analíticas da pesquisa, buscando compreender em que medida as escolhas pedagógicas expressam continuidades, reconfigurações ou resistências frente à racionalidade tecnológica discutida ao longo da formação. A distinção entre organização pedagógica e mediação tecnológica, explicitada na Tabela 23 e na Tabela 24, mostrou-se particularmente

relevante para evidenciar que a presença de tecnologias, inclusive digitais, não implica, necessariamente, transformação da estrutura didática, mas tende a ser incorporada dentro de um arranjo pedagógico previamente estabilizado.

A partir da Tabela 24, observa-se que os cinco planos apresentam configurações tecnológicas distintas, mas nenhum deles traz explicitamente as IA como ferramenta ou objeto de discussão. Dois deles incorporam explicitamente tecnologias digitais, como vídeos e simulações computacionais, utilizadas para ilustrar conceitos previamente explicados ou para permitir a visualização dinâmica de fenômenos físicos, prática discutida na literatura de ensino de Ciências como estratégia para favorecer a compreensão de fenômenos abstratos por meio de representações visuais e interativas (Kenski, 2020; Smetana; Bell, 2012). Em outros casos, predominam tecnologias analógicas ou híbridas, como experimentos com objetos manipuláveis, dispositivos produzidos por impressão 3D e uso exclusivo do quadro para formalização conceitual. Há também situações em que o licenciando registra a opção por não utilizar *slides* ou recursos digitais em determinada aula, priorizando a exposição direta e a escrita no quadro.

Esses resultados indicam que as tecnologias aparecem predominantemente como dispositivos de mediação complementar, seja para ilustrar, demonstrar ou consolidar conteúdos, inseridos em uma sequência didática previamente estruturada em torno da exposição conceitual, da formalização teórica e da resolução de exercícios. Mesmo quando há uso de simulações computacionais, vídeos, experimentos práticos ou objetos manipuláveis, a organização geral da aula mantém uma lógica sequencial relativamente estável: problematização inicial, explicação conceitual, formalização e aplicação. Assim, o ecossistema tecnológico presente nos planos revela diversidade de recursos, mas não necessariamente uma reconfiguração estrutural da racionalidade pedagógica que organiza a aula.

Esse padrão pode ser interpretado, à luz da TCT, como predominância de uma apropriação instrumental das tecnologias educacionais. Os recursos mobilizados não aparecem como elementos capazes de reorganizar profundamente a prática pedagógica, mas como meios incorporados a uma estrutura didática previamente definida. Nesse sentido, aproximam-se daquilo que Feenberg (2002; 2015) discute como instrumentalização primária, na medida em que são selecionados por sua funcionalidade imediata (visualizar, exemplificar, demonstrar, dinamizar ou consolidar determinado conteúdo). Contudo, essa leitura não implica desqualificar o uso realizado pelos licenciandos. Ao contrário, indica que a tecnologia foi incorporada de forma pedagogicamente situada, mas ainda com função

predominantemente auxiliar, sem deslocar de modo substantivo os pressupostos que organizam a aula, como a centralidade da exposição docente, a sequência linear do conteúdo e a aplicação posterior por exercícios.

A possibilidade de instrumentalização secundária aparece de forma mais limitada e pontual, especialmente quando os recursos são adaptados às condições concretas da aula, como no uso de simulações para visualização de fenômenos físicos ou na produção de objetos manipuláveis para demonstração experimental. Nesses casos, há indícios de recontextualização pedagógica do artefato técnico. Contudo, essa reapropriação permanece circunscrita à mediação de conteúdos previamente definidos, e não à transformação mais ampla da lógica didática. Desse modo, a análise dos planos sugere que os licenciandos mobilizam tecnologias de modo intencional, mas ainda predominantemente instrumental. Esse resultado é importante porque tensiona a leitura mais favorável observada nos questionários: embora os estudantes manifestem, no plano declarativo, reconhecimento da não neutralidade tecnológica e da necessidade de mediação humana, suas produções pedagógicas ainda tendem a incorporar os recursos técnicos como apoio à visualização, demonstração, dinamização ou consolidação de conteúdos previamente definidos. Assim, a presença da tecnologia nos planos não indica, por si só, uma reorganização crítica da prática pedagógica, mas uma apropriação funcional situada, na qual os artefatos são selecionados principalmente por sua utilidade imediata.

Essa constatação não desqualifica os planejamentos produzidos, mas permite delimitar com maior precisão o nível de criticidade alcançado nesse momento do percurso. Os planos revelam que os licenciandos já não tratam a tecnologia como elemento totalmente externo à docência, mas ainda encontram dificuldade para problematizar de forma sistemática os valores, os pressupostos técnicos e os condicionamentos sociotécnicos que estruturam os recursos mobilizados. Em termos da TCT, há indícios de instrumentalização secundária quando os recursos são adaptados às condições da aula, mas essa reapropriação permanece restrita ao nível microdidático, sem deslocar substantivamente a lógica pedagógica predominante, marcada pela sequência entre exposição conceitual, demonstração e aplicação. Desse modo, a tensão central da formação docente não está apenas em utilizar tecnologias de modo intencional, mas em evitar que intencionalidade pedagógica seja confundida com criticidade tecnológica.

Compreender essa configuração é fundamental para situar a análise da IA no interior do campo da prática pedagógica em Física, já caracterizado pela presença articulada de diferentes tecnologias educacionais, conforme evidenciado. Nesse contexto, a IA, quando

incorporada, não inaugura uma ruptura, mas se integra a um conjunto já existente de mediações técnicas, digitais, analógicas e híbridas, que historicamente estruturam o trabalho docente e a organização das aulas. Essa leitura permite deslocar a análise de uma abordagem centrada na novidade tecnológica para uma perspectiva relacional, na qual a IA é compreendida como parte de um continuum sociotécnico mais amplo.

Essa interpretação encontra respaldo em Kenski (2020), ao indicar que as tecnologias educacionais não operam como elementos externos que transformam automaticamente o ensino, mas são apropriadas pelos professores em função de práticas, rotinas e estruturas pedagógicas já consolidadas. A autora destaca que a integração tecnológica tende a ocorrer de forma progressiva e situada, sendo condicionada por fatores institucionais, culturais e didáticos, o que limita a ideia de ruptura imediata associada à introdução de novos recursos. Dessa forma, a discussão não deve restringir-se à presença ou ausência de IA, mas considerar o modo como diferentes tecnologias participam da organização do trabalho docente e da mediação do conhecimento físico no contexto escolar, evidenciando que sua incorporação se dá em continuidade com formas já estabelecidas de ensinar e aprender.

Para além da diversidade de recursos técnicos mobilizados, a análise dos planos permite observar um padrão relativamente convergente na organização pedagógica das aulas. Em geral, a sequência didática estrutura-se a partir de uma pergunta inicial ou situação-problema, seguida de exposição conceitual, formalização matemática no quadro e aplicação por meio de exercícios. Mesmo quando são incorporados experimentos ou simulações digitais, esses elementos tendem a ser posicionados após a explicação teórica, funcionando como ilustração ou consolidação do conteúdo previamente apresentado.

Esse arranjo não deve ser interpretado como mera reprodução acrítica de um modelo tradicional, mas como resultado da articulação entre a formação inicial dos licenciandos, as expectativas institucionais do PIBID e as condições concretas da escola, elementos que delimitam o campo de possibilidades da ação docente. A necessidade de alinhar-se ao planejamento do professor supervisor, cumprir conteúdos previamente estabelecidos e atribuir notas formais contribui para a manutenção de uma estrutura didática organizada e sequencial, aspecto evidenciado nos padrões identificados na Tabela 23. Nesse cenário, a organização da aula em etapas bem definidas, com ênfase na clareza conceitual e na progressão lógica dos conteúdos, aparece como uma estratégia de estabilização da prática pedagógica frente às demandas institucionais e às incertezas do contexto escolar.

Nesse contexto, a exposição no quadro e a resolução de exercícios aparecem como estratégias consideradas seguras e exequíveis, especialmente em turmas descritas como

dispersas ou com lacunas conceituais significativas. Esse movimento encontra respaldo na literatura de EF, que aponta que, em situações de heterogeneidade conceitual e dificuldades de engajamento, professores tendem a recorrer a estratégias de maior controle didático, como a explicitação sequencial dos conteúdos e a prática orientada de exercícios, como forma de garantir a compreensão mínima dos conceitos fundamentais (Carvalho; Gil-Pérez, 2011; Moreira, 2018). Ainda que tais abordagens não esgotem as possibilidades pedagógicas, elas desempenham papel relevante na organização do ensino em contextos concretos, evidenciando que a escolha por determinadas estratégias não se dá apenas por preferência metodológica, mas por sua viabilidade e adequação às condições reais da sala de aula.

Observa-se, contudo, que a presença de perguntas norteadoras e de momentos experimentais podem indicar tentativas de deslocamento parcial dessa lógica exclusivamente transmissiva. A problematização inicial, recorrente em vários planos, sugere a incorporação de discussões formativas realizadas ao longo do subprojeto, nas quais se enfatiza a importância de mobilizar conhecimentos prévios e engajar os estudantes desde o início da aula. Ainda assim, a estrutura geral permanece fortemente ancorada em uma racionalidade organizacional estável, na qual o professor conduz a sistematização conceitual e controla o ritmo da formalização.

Essa configuração revela uma tensão significativa: ao mesmo tempo em que os licenciandos mobilizam diferentes tecnologias e estratégias de engajamento, a arquitetura fundamental da aula mantém uma lógica sequencial e hierarquizada. Tal tensão constitui elemento central para a análise à luz da TCT, pois permite investigar se as mediações técnicas (digitais ou analógicas) operam como dispositivos que ampliam a participação discente ou se são incorporadas dentro de um código pedagógico previamente consolidado, sem alterar substancialmente sua racionalidade subjacente (Kenski, 2020).

Nas orientações individuais realizadas com quatro dos licenciandos, a possibilidade de utilizar a IA como recurso pedagógico foi apresentada como sugestão formativa pelo orientador, uma vez que, até o momento, as mesmas não haviam sido utilizadas. A proposta consistia em inserir a IA na etapa de problematização inicial, utilizando a resposta produzida por uma ferramenta generativa como ponto de partida para discussão coletiva. A decisão de incorporar ou não essa estratégia permaneceu sob responsabilidade de cada licenciando, sendo posteriormente relatada, em alguns casos, como efetivamente realizada durante a regência.

Nos registros das orientações e nos relatórios[8] posteriores à aplicação das aulas, aparecem indícios relevantes sobre a forma como essa incorporação ocorreu. No relatório do estudante 4, registra-se que a estratégia "*funcionou bem porque eles começaram a discutir se estava certo ou não o que apareceu ali*", indicando que a resposta da IA foi submetida à análise coletiva e não assumida como enunciado definitivo. Em outro momento, menciona-se que a turma "se engajou mais quando viu que a resposta da IA não era exatamente o que eles tinham pensado", o que sugere que a tecnologia operou como dispositivo provocador, gerando confronto entre expectativas dos estudantes e formulação algorítmica.

Esses resultados permitem associar a experiência à categoria C4 (Valores e pressupostos técnicos), pois a IA foi inserida dentro de uma estrutura didática previamente organizada, com sessões como pergunta inicial, exposição conceitual, formalização e exercícios, sem alterar sua arquitetura fundamental. A tecnologia não reorganiza a sequência da aula, mas é incorporada conforme os valores pedagógicos já estabilizados no planejamento, como clareza conceitual, controle do tempo e responsabilidade avaliativa. O conceito de código técnico, nesse contexto, auxilia a compreender como tais valores estruturam as possibilidades de integração da tecnologia, delimitando seu papel e sua posição na sequência didática, em consonância com estudos que indicam que a inserção de tecnologias digitais na educação tende a ocorrer de forma instrumental, sem promover reconfigurações estruturais na organização do ensino (Almeida, 2018).

Ao mesmo tempo, a dinâmica descrita dialoga com a categoria C3 (Democratização da tecnologia). Ao colocar a resposta da IA em debate e submetê-la ao critério dos estudantes, o licenciando rompe parcialmente com uma postura tecnocrática e abre espaço para participação crítica. A tecnologia deixa de ocupar o lugar de autoridade silenciosa e passa a ser objeto de discussão, comparação e contestação. Ainda que essa democratização ocorra em escala micro, no interior da aula, ela indica um movimento de reapropriação da tecnologia sob mediação docente. Esse movimento encontra respaldo em estudos recentes que discutem o uso crítico de tecnologias digitais na educação, os quais apontam que a participação ativa dos estudantes na problematização de conteúdos mediados por tecnologias constitui condição fundamental para deslocar seu uso de uma lógica transmissiva para uma perspectiva dialógica e formativa (Selwyn, 2016; Kenski, 2020). Nessa direção, ao transformar a resposta algorítmica em objeto de análise coletiva, o professor promove uma forma de abertura do sistema técnico à intervenção humana, aproximando-se da noção de democratização defendida por Feenberg

[8] A Tarefa 4, na seção seguinte, consistirá na análise do segundo relatório semestral desenvolvido como atividade obrigatória no Pibid.

(2015), ainda que em uma escala localizada e situada. Assim, mais do que simplesmente utilizar a IA como recurso didático, o licenciando a reinscreve no espaço pedagógico como elemento passível de questionamento, contribuindo para a construção de uma relação menos passiva e mais reflexiva com as tecnologias.

A experiência aqui apresentada pode ser interpretada à luz da categoria C5 (Instrumentalização primária e secundária). A análise dos dados sugere que a IA não operou como ferramenta autônoma que impôs sua lógica ao planejamento, mas foi integrada a momentos específicos da aula, especialmente na etapa de problematização. A tecnologia aparece vinculada a finalidades pedagógicas delimitadas, como provocar debate ou explorar concepções iniciais, sem assumir papel estruturante na organização geral da sequência didática. Nesse sentido, há indícios de um movimento que se aproxima da instrumentalização secundária, uma vez que a tecnologia parece ter sido mediada e reinterpretada pelo docente em função de seus objetivos formativos. Contudo, tal aproximação deve ser compreendida como leitura interpretativa situada, e não como classificação definitiva, pois os registros disponíveis não permitem afirmar com clareza o grau de reconfiguração técnica produzido por essa incorporação.

No que se refere à categoria C8 - Automação e o papel docente, os dados indicam baixa intensidade de presença. Não há evidências de delegação de funções decisórias centrais à IA, como a avaliação, a seleção de conteúdos ou a validação conceitual final. A mediação do conhecimento, a condução da discussão e a sistematização teórica permaneceram sob responsabilidade do licenciando, indicando que a centralidade da ação pedagógica continua ancorada no professor, em consonância com o modelo já consolidado na prática escolar. A tecnologia, nesse contexto, não substitui o docente, mas é integrada sob sua supervisão e orientada por suas decisões pedagógicas, ainda que em baixa expressividade. Esse resultado dialoga com a literatura sobre IA na educação, a qual aponta que, embora essas tecnologias ampliem possibilidades de apoio ao planejamento e à organização do ensino, sua incorporação não implica, necessariamente, substituição do professor, mas tende a reconfigurar suas funções em direção a papéis de mediação, curadoria e validação do conhecimento (Valente, 2019; Kenski, 2020). Assim, a ausência de delegação de funções decisórias à IA sugere que, neste estágio formativo, os licenciandos ainda compreendem a tecnologia como recurso auxiliar, mantendo sob controle humano as dimensões consideradas centrais da prática docente, o que reforça a interpretação de que a automação opera de forma limitada e subordinada à racionalidade pedagógica vigente.

Por fim, a inserção da IA como objeto de confronto discursivo tensiona a categoria C1 - Neutralidade tecnológica. Ao problematizar a resposta gerada e submetê-la à crítica coletiva, os licenciandos evidenciam que a tecnologia não produz conhecimento neutro ou definitivo, mas enunciados situados, passíveis de revisão e disputa interpretativa.

As categorias C6 - Transformação da vida cotidiana e C7 - Impactos sociais e culturais não emergem com densidade empírica nesta tarefa. A incorporação da IA ocorreu de forma situada e micro didática, sem indícios de reconfiguração estrutural do cotidiano escolar ou de problematizações socioculturais ampliadas. Tal ausência constitui dado relevante, pois indica que, neste momento formativo, a tecnologia é tematizada prioritariamente no nível pedagógico imediato. Os licenciandos reconhecem usos, limitações e possibilidades didáticas dos artefatos tecnológicos, mas ainda não avançam de forma consistente para a análise de seus condicionantes sociais, institucionais e políticos. Desse modo, a crítica permanece mais próxima da avaliação da ferramenta em sala de aula do que da problematização do código técnico, da democratização da tecnologia e das estruturas que orientam a produção e circulação desses sistemas (Feenberg, 2015).

Assim, a Tarefa 3 revela que a IA foi incorporada de forma situada e mediada, dentro de um planejamento institucionalmente estruturado. Ainda que não tenha produzido uma reorganização profunda da arquitetura didática, sua utilização como objeto de debate introduz fissuras na concepção de tecnologia como ferramenta neutra, contribuindo para deslocamentos na criticidade docente, os quais serão aprofundados na análise reflexiva subsequente.

Em termos de hierarquia analítica, a Tarefa 3 evidencia maior densidade nas categorias C4 (Valores e pressupostos técnicos) e C5 (Instrumentalização primária e secundária), pois a incorporação da IA ocorre dentro de uma estrutura pedagógica já consolidada e é mediada segundo finalidades formativas delimitadas. Em intensidade média, emergem C3 (Democratização da tecnologia) e C1 (Neutralidade tecnológica), sobretudo quando a resposta algorítmica é submetida ao debate coletivo e deixa de ocupar posição de autoridade incontestável. Com menor incidência, aparecem C2 (Ambivalência tecnológica) e C8 (Automação e o papel docente), uma vez que não se identificam delegações decisórias significativas nem problematizações aprofundadas da tensão entre potencialidades e limites da tecnologia.

Por fim, as categorias C6 (Transformação da vida cotidiana) e C7 (Impactos sociais e culturais) não emergem com densidade elevada nesta etapa, indicando que a incorporação da IA permaneceu situada no nível micro didático. Esses resultados sugerem que, no momento

em que assumem responsabilidade institucional concreta, os licenciandos tendem a integrar a IA de forma mediada e contextualizada, sem promover reconfigurações estruturais do planejamento. Tal constatação é central para os objetivos desta dissertação, pois permite compreender que a criticidade frente às IA, nesta fase formativa, manifesta-se mais como capacidade de apropriação reflexiva do que como transformação ampla da racionalidade pedagógica. A seção seguinte, dedicada à análise dos relatórios reflexivos, permitirá examinar se essa incorporação situada foi acompanhada por deslocamentos conceituais mais profundos na compreensão da tecnologia e de seu papel na docência.

4.2.4 Na Tarefa 4 - Relatórios semestrais do PIBID

O material referente à Tarefa 4 consiste no segundo relatório semestral, que corresponde ao documento exigido pelo PIBID para registro e acompanhamento das atividades desenvolvidas pelos bolsistas ao longo do período letivo. De modo geral, sua estrutura contempla identificação do discente e do vínculo institucional, caracterização da escola, descrição do professor supervisor e das turmas acompanhadas, apresentação cronológica das atividades realizadas, reflexão sobre as experiências vivenciadas e referência. Trata-se de um gênero textual que combina funções administrativas, descritivas e formativas, pois simultaneamente documenta a participação do estudante no programa, sistematiza ações realizadas e estimula a elaboração reflexiva sobre o cotidiano escolar, o planejamento didático, os desafios encontrados e as aprendizagens construídas durante a inserção na escola pública.

Diferentemente das tarefas anteriores, centradas na construção de planos e na experimentação de propostas didáticas, o relatório registra a experiência após a realização efetiva das regências, permitindo acesso às interpretações produzidas pelos próprios licenciandos sobre a prática vivida. Nesse sentido, o documento reúne percepções sobre o contexto escolar, o perfil das turmas, os limites institucionais encontrados, as adaptações realizadas durante as aulas e os aprendizados decorrentes da inserção no cotidiano docente. Para esta pesquisa, sua relevância reside justamente no caráter retrospectivo e reflexivo do material, uma vez que possibilita examinar como os estudantes reelaboram suas concepções iniciais diante das condições concretas da escola e em que medida os debates formativos sobre tecnologia, IA e TCT reaparecem, explicitamente ou de forma implícita, na leitura que fazem de sua própria atuação pedagógica.

O *corpus* analisado nesta seção é composto por sete documentos[9], correspondentes aos estudantes já acompanhados nas tarefas anteriores. O motivo pelo qual o primeiro relatório não foi incluído na análise é que ele foi produzido em etapa inicial do subprojeto, marcada predominantemente por observações escolares e vivências introdutórias, anterior ao ciclo de formações específicas, às discussões sistematizadas sobre tecnologia e inteligência artificial e ao período de regência efetiva em sala de aula. Portanto, a escolha por concentrar-se exclusivamente no segundo relatório justifica-se pelo interesse em compreender como os referenciais discutidos ao longo do subprojeto, especialmente aqueles relacionados à tecnologia e à IA, aparecem, ou não, quando os licenciandos refletem sobre sua atuação concreta em contexto escolar real.

Dando continuidade ao procedimento já descrito nas seções anteriores, a análise dos relatório também se orientou pelo movimento proposto por Yin (2015), embora com ênfase distinta, adequada à natureza reflexiva desse *corpus*. Diferentemente dos planos de aula, que exigiam leitura voltada à estrutura didática formal, os relatórios demandaram atenção às interpretações produzidas pelos próprios licenciandos sobre sua prática. Assim, realizou-se a leitura integral dos sete documentos, com identificação sistemática de trechos associados a descritores previamente definidos, apresentados na Tabela 25. Esses descritores contemplaram: (i) uso de tecnologias digitais, analógicas ou híbridas; (ii) menções à IA como ferramenta, objeto de discussão ou ausência de uso; (iii) referências a condicionantes estruturais da escola, como infraestrutura, tempo disponível e acesso a recursos; (iv) passagens relativas ao papel docente, especialmente mediação, adaptação e tomada de decisão; e (v) observações sobre engajamento discente, participação e dinâmica das aulas. A utilização desses descritores permitiu organizar a leitura inicial do *corpus* sem reduzir previamente a complexidade dos relatos, funcionando como instrumento de rastreamento temático e preparação para as etapas interpretativas posteriores.

Tabela 25: Descritores utilizados na leitura inicial dos relatórios.

Descritor	**Foco analítico**	**Exemplos de evidências encontradas nos relatórios**

[9] Vale ressaltar que neste ponto houve uma troca de bolsistas, fazendo com que o novo participante não possuísse a mesma carga teórica dos demais. Por este motivo, optou-se por não incluir o relatório deste integrante.

Tecnologias mobilizadas	Identificar recursos efetivamente utilizados nas regências e observações.	Uso de simulações digitais para manipulação de variáveis e observação em tempo real; *Chromebooks* disponíveis na escola; projetor portátil mediante reserva; quadro branco como recurso central; vídeos para contextualização; laboratório móvel; rampa produzida em impressão 3D; brinquedos com molas para demonstração de energia elástica.
Inteligência artificial	Verificar presença, tipo de uso e avaliação crítica da IA.	Utilização do ChatGPT para criação do plano de aula sobre efeito fotoelétrico; identificação de "problemas" na avaliação e estrutura do material gerado; elaboração de planos com uso de IA; encontros formativos sobre implicações da IA no fazer docente; criação de simulações com auxílio de IA.
Condicionantes estruturais	Mapear fatores institucionais e materiais que interferem no trabalho docente.	Reforma do prédio escolar; biblioteca funcionando como sala dos professores; salas interditadas; ausência de laboratório de informática; necessidade de reservar projetor; aulas canceladas por reuniões pedagógicas, segurança pública ou períodos não letivos; redução de sete ou oito aulas planejadas para três ou quatro executadas.
Papel docente	Identificar decisões pedagógicas, mediação e centralidade do professor.	Revisão crítica de planos produzidos por IA; decisão de não usar *slides* em aula introdutória; adaptação de sequência didática ao perfil noturno; retomada constante de conteúdos por faltas discentes; escolha de exemplos do cotidiano; reorganização de avaliações; professor como mediador diante da dispersão e dificuldades conceituais.
Engajamento e dinâmica da turma	Observar participação discente, comportamento e contexto social.	Turmas noturnas com baixo engajamento, dispersão e estudantes que conciliam trabalho e estudo; alunos que saem durante a aula; participação ampliada em aulas com experimentos; turma pequena e acolhedora favorecendo diálogo; alguns estudantes buscando dúvidas após a aula; dificuldades de atenção em aulas expositivas.

Fonte: autoria própria.

A partir dessa sistematização inicial, procedeu-se ao reagrupamento interpretativo dos excertos, articulando recorrências e contrastes entre os documentos. Tal movimento permitiu observar não apenas a frequência de determinados temas, mas também a forma como os licenciandos atribuem sentido às experiências vividas. Nessa etapa inicial, destacaram-se

recorrências como a descrição da reforma do prédio escolar, a inexistência de sala dedicada para laboratório, a necessidade de reserva de projetor portátil e a redução do número de aulas efetivamente ministradas. Esses elementos foram tratados, neste primeiro momento, como dados empíricos descritivos, preservando sua materialidade textual antes de qualquer enquadramento interpretativo mais amplo.

Para além das condições estruturais recorrentes, os relatórios evidenciam que as regências foram atravessadas por diferentes formas de mobilização tecnológica, ainda que com intensidades distintas. Em alguns casos, a tecnologia digital aparece de modo explícito na preparação das aulas. Um dos licenciandos relata que "*durante a elaboração do plano de aula, utilizei a versão gratuita do Chat-GPT para criar um plano sobre Efeito Fotoelétrico*" (ESTUDANTE 5, Relatório 2), indicando que a IA foi acionada como ferramenta de planejamento. Em outro relatório, registra-se o uso de simulações computacionais como apoio à visualização de fenômenos:

> "*Utilizei simulações digitais como forma de auxiliar na visualização dos fenômenos físicos trabalhados, permitindo que os alunos manipulassem variáveis e observassem os resultados em tempo real*" (ESTUDANTE 3, Relatório 2).

Esses trechos revelam que as tecnologias digitais não permaneceram restritas ao espaço formativo dos encontros ou às tarefas anteriores, mas passaram a compor experiências concretas de regência, sendo incorporadas ao planejamento e à condução das aulas. Esse movimento indica que parte dos licenciandos conseguiu transpor discussões formativas para a prática escolar, ainda que de maneira desigual e condicionada por fatores como infraestrutura, perfil das turmas, disponibilidade de recursos e escolhas pedagógicas individuais. Quando presentes, tais tecnologias aparecem sobretudo como apoio à visualização de fenômenos, organização do planejamento ou dinamização pontual da aula, e não como elementos de reorganização profunda da lógica didática. Esse resultado dialoga com a literatura que aponta que a inserção de tecnologias educacionais tende a ocorrer inicialmente de modo incremental e articulado a práticas já consolidadas, mais do que por rupturas imediatas na estrutura do ensino (Almeida, 2018; Kenski, 2020).

Essa leitura pode ser aprofundada por estudos recentes sobre integração tecnológica, os quais indicam que a presença de recursos digitais em sala de aula não garante, por si só, transformação pedagógica. Lawrence e Tar (2018) destacam que a adoção de tecnologias no processo de ensino e aprendizagem depende de fatores institucionais, pedagógicos e

individuais, incluindo condições de infraestrutura, apoio técnico, formação docente e coerência entre recurso utilizado e objetivos educacionais. De modo semelhante, Francom (2020) aponta que barreiras como tempo de planejamento, suporte insuficiente e dificuldade de integração curricular continuam interferindo na efetividade do uso pedagógico das tecnologias. Assim, o fato de os licenciandos utilizarem simulações, *slides*, projetores ou dispositivos digitais não deve ser interpretado automaticamente como inovação pedagógica, mas como indício de um processo inicial de apropriação, no qual os recursos técnicos são incorporados às práticas possíveis dentro das condições concretas da escola.

À luz da TCT, esse resultado é relevante porque mostra que a tecnologia não se integra à prática docente como elemento neutro ou autônomo, capaz de transformar a aula por si só. Ao contrário, sua incorporação depende de processos de instrumentalização secundária, nos quais o artefato técnico é recontextualizado conforme finalidades pedagógicas, condições materiais e decisões situadas do professor. Nesse sentido, os relatórios evidenciam uma apropriação ainda parcial: as tecnologias são mobilizadas para ampliar a visualização, apoiar a organização didática e favorecer determinados momentos da aula, embora ainda não apareçam como eixo estruturante de uma reorganização mais ampla da prática pedagógica. Essa constatação evita tanto uma leitura tecnofílica, que celebraria qualquer uso de tecnologia como avanço, quanto uma leitura depreciativa, que desconsidera a relevância desses movimentos iniciais de apropriação no processo formativo.

Além das ferramentas digitais, os relatórios descrevem o uso de tecnologias híbridas e dispositivos experimentais produzidos pelos próprios licenciandos. Um dos estudantes relata:

> *"Nessa aula utilizei vários experimentos, uma rampa que fiz em impressão 3D para demonstrar transformação de energia potencial em cinética. Também levei alguns brinquedos com molas para ilustrar energia elástica e sua conversão durante o movimento*" (ESTUDANTE 7, Relatório 2).

Nesse caso, a impressão 3D aparece como tecnologia de fabricação integrada à demonstração experimental, articulando recursos digitais, modelagem material e objetos manipuláveis. Observa-se, assim, que a mediação técnica não se limita ao ambiente virtual, mas envolve também dispositivos concretos produzidos, adaptados e inseridos em uma situação específica de ensino. Tal aspecto é relevante porque amplia o repertório de recursos disponíveis ao professor e favorece a contextualização de conceitos abstratos por meio da manipulação de modelos e protótipos, especialmente em áreas como a Física, nas quais a visualização, a experimentação e a variação controlada de condições assumem papel

importante na aprendizagem. Estudos recentes sobre impressão 3D em contextos de ensino de Física e STEM indicam que a fabricação digital pode favorecer a produção de modelos manipuláveis, a exploração de variáveis e a aproximação entre representação teórica e fenômeno experimental (Bley et al., 2021; Moeck et al., 2019). No caso analisado, a rampa impressa em 3D não funciona apenas como suporte ilustrativo, mas como artefato mediador que permite tornar visível e manipulável a relação entre energia potencial, energia cinética e movimento.

Além disso, o uso de tecnologias de fabricação digital pode fortalecer práticas autorais, nas quais o docente deixa de ser apenas consumidor de materiais e passa a produzir artefatos ajustados às necessidades reais. Essa dimensão aproxima-se das discussões sobre cultura *maker* e prototipagem digital, que enfatizam a aprendizagem por investigação, a resolução de problemas, a criatividade e a construção material de objetos como parte do processo formativo (Bacich; Holanda, 2020; Blikstein; Valente; Moura, 2020). Entretanto, é importante evitar uma leitura tecnocêntrica desse resultado: a impressão 3D, por si só, não garante uma prática investigativa ou crítica. Seu valor pedagógico depende da forma como o artefato é integrado à aula, das perguntas que orientam sua exploração, da mediação docente e das possibilidades de participação oferecidas aos estudantes. À luz da TCT, esse movimento pode ser compreendido como forma de instrumentalização secundária, pois o recurso técnico é reinserido em um contexto pedagógico concreto, adquirindo sentido a partir das finalidades educativas, das condições materiais da escola e da agência autoral do professor em formação.

Por outro lado, há situações em que a tecnologia é deliberadamente restringida ou substituída por estratégias consideradas mais adequadas ao momento pedagógico explícito daquela aula. Um dos licenciandos afirma: "*Na primeira aula, apresentei o conteúdo inteiro em um quadro branco apenas, optando por não trazer slides nem exercícios nesta aula introdutória*" (ESTUDANTE 7, Relatório 2).

A escolha por não utilizar recursos digitais também constitui dado relevante, pois indica que a presença da tecnologia em sala de aula não ocorre de modo automático ou compulsório, dependendo de julgamentos pedagógicos situados sobre sua pertinência em cada momento do processo de ensino. Nesse caso, a decisão de priorizar o quadro branco em uma aula introdutória sugere que o licenciando avaliou determinadas estratégias tradicionais como mais adequadas para organizar os conceitos iniciais, controlar o ritmo da exposição e favorecer a atenção da turma. Tal constatação desloca a análise de uma visão tecnocêntrica, segundo a qual mais tecnologia implicaria necessariamente melhor ensino, para uma compreensão em que o valor didático do recurso depende de sua articulação com objetivos,

conteúdos e contexto. Esse resultado dialoga com a literatura que problematiza o determinismo tecnológico na educação e defende que a integração de recursos digitais deve subordinar-se a intencionalidades pedagógicas claras, e não ao simples imperativo de inovação (Kenski, 2020).

Em conjunto, esses relatos, retirados dos relatórios, demonstram que as tecnologias, digitais, analógicas e híbridas, participam da organização das aulas de formas variadas, ora como apoio à visualização, ora como instrumento de planejamento, ora como recurso experimental, ora como elemento conscientemente evitado em favor de outras estratégias de mediação. No entanto, a presença da IA nos relatórios não é homogênea, mas quando aparece, revela níveis distintos de apropriação. Em um dos casos, a IA foi utilizada diretamente na elaboração do planejamento: "*Durante a elaboração do plano de aula, utilizei a versão gratuita do Chat-GPT para criar um plano sobre Efeito Fotoelétrico*" (ESTUDANTE 5, Relatório 2).

O uso, contudo, não se encerra na aceitação do material produzido. O mesmo estudante relata que "*Notamos diversos problemas nos planos criados, principalmente envolvendo a avaliação e estrutura bagunçada, o que exigiu reformulações para torná-lo mais coerente com os objetivos da aula*" (ESTUDANTE 5, Relatório 2). A tecnologia, nesse caso, não é tomada como solução pronta, mas como produção provisória, submetida ao crivo pedagógico do licenciando e dependente de revisão humana para alcançar coerência didática. Esse aspecto é relevante porque evidencia que a geração automática de conteúdos não elimina a necessidade de julgamento profissional, especialmente em dimensões como adequação avaliativa, sequenciamento conceitual e alinhamento aos objetivos de aprendizagem. Em vez de substituir o planejamento docente, a IA aparece como recurso inicial que demanda curadoria, seleção e reescrita. Tal interpretação dialoga com a literatura sobre IA na educação, a qual aponta que sistemas generativos tendem a produzir respostas linguisticamente consistentes, porém nem sempre pedagogicamente adequadas ou contextualmente pertinentes, exigindo supervisão crítica por parte do professor (Zawacki-Richter et al., 2019; Kasneci et al., 2023). Esse espaço, reconfigura e fortalece o papel docente em um cenário imerso pela tecnologia.

Em outro relatório, explicita-se uma postura reflexiva sobre as IA ao afirmar a necessidade de "*refletir sobre as potencialidades, os limites e as implicações do uso dessas tecnologias no ensino de Ciências, bem como sobre o papel do professor na mediação pedagógica frente às ferramentas digitais*" (ESTUDANTE 6, Relatório 2). Aqui, a tecnologia não é apenas utilizada, mas problematizada em suas condições de uso, em seus alcances

pedagógicos e em seus possíveis limites formativos. Tal movimento é relevante porque o reconhecimento simultâneo de potencialidades e limitações constitui condição para que o professor exerça julgamento profissional diante do recurso técnico, evitando tanto a adesão acrítica quanto a rejeição automática. À luz de Feenberg (2015), trata-se de deslocamento importante em relação à racionalização técnica, pois a ferramenta deixa de ser aceita apenas por critérios de eficiência e passa a ser interrogada a partir de valores pedagógicos, finalidades educativas e consequências concretas de sua adoção. Nessa direção, a reflexão docente sobre limites, vieses, adequação contextual e possibilidades de aprendizagem aproxima-se de uma perspectiva de democratização da tecnologia, na medida em que submete o sistema técnico à deliberação humana e à mediação pedagógica, em vez de atribuir-lhe autoridade automática.

Esse resultado dialoga ainda com estudos que defendem a literacia crítica em IA como competência necessária à docência contemporânea, não restrita ao domínio operacional das ferramentas, mas voltada à compreensão de seus modos de funcionamento, seus limites epistemológicos, seus riscos éticos e suas implicações pedagógicas. A UNESCO (2021) destaca que a incorporação da IA na educação exige atenção a princípios como transparência, equidade, responsabilidade humana e proteção contra usos que aprofundem desigualdades ou automatizem decisões educacionais sem mediação adequada. De modo complementar, Holmes e Tuomi (2022) argumentam que o uso educacional da IA demanda que professores e instituições compreendam tanto as potencialidades quanto às limitações desses sistemas, especialmente no que se refere à confiabilidade das respostas, à interpretação dos dados e à preservação do julgamento humano. Assim, a fala do licenciando pode ser compreendida como indício de uma postura formativa que desloca a IA do campo da funcionalidade para a avaliação crítica, no qual o professor assume papel ativo na validação, contextualização e responsabilização pedagógica pelo uso da tecnologia.

Observa-se, portanto, que a IA aparece nos relatórios sob ao menos duas modalidades: como ferramenta de planejamento e como elemento que exige mediação docente. Ainda que nem todos os estudantes relatem sua utilização direta em sala, os registros indicam que a tecnologia generativa foi utilizada, discutida e, em certos casos, criticamente avaliada. Há também menções pontuais aos encontros formativos desenvolvidos, mas sem comentários relevantes para esta análise. Essa diversidade de ocorrências sugere que a incorporação da IA não se deu de maneira uniforme, mas atravessada por decisões pedagógicas e julgamentos situados sobre sua adequação e seus limites.

A leitura dos relatórios indica que, mesmo quando tecnologias digitais ou experimentais são incorporadas às aulas, a mediação docente permanece como eixo

organizador da prática, dando ênfase considerável ao trabalho docente, mostrando a relevância e importância profissional situada. O uso da IA para elaboração de plano, por exemplo, não implicou delegação da estrutura didática à ferramenta, mas exigiu revisão e reformulação por parte do licenciando, como explicitado no relato sobre os "*problemas nos planos criados*" (ESTUDANTE 5, Relatório 2). Do mesmo modo, as simulações digitais descritas como apoio à visualização — "*permitindo que os alunos manipulassem variáveis e observassem os resultados em tempo real*" (ESTUDANTE 3, Relatório 2) — são apresentadas como recurso complementar, inserido em uma sequência previamente organizada pelo professor.

Essa centralidade da mediação também se evidencia nas escolhas conscientes sobre quando utilizar ou não determinadas tecnologias. A decisão de "*apresentar o conteúdo inteiro em um quadro branco apenas*" (ESTUDANTE 7, Relatório 2) não é descrita como ausência de recurso, mas como estratégia pedagógica deliberada. Da mesma forma, o uso de experimentos produzidos pelo próprio licenciando, como a rampa impressa em 3D, aparece integrado à formalização conceitual, e não como substituição da explicação docente. Em conjunto, os relatos sugerem que a tecnologia opera sob orientação do professor, sendo incorporada ou restringida conforme critérios didáticos definidos pelo próprio licenciando.

Os relatórios analisados evidenciam que o uso, ou mesmo a limitação, de tecnologias nas regências não pode ser compreendido isoladamente das condições materiais da escola. Os estudantes relatam que a instituição "está passando por reformas estruturais que comprometeram o uso de determinados espaços" (ESTUDANTE 4, Relatório 2), impactando diretamente a execução das sequências didáticas planejadas. Em outro caso, registra-se que "foram planejadas sete aulas, mas apenas quatro puderam ser efetivamente ministradas devido a períodos não letivos e às reformas no prédio escolar" (ESTUDANTE 4, Relatório 2). Tais circunstâncias não aparecem apenas como pano de fundo, mas como fatores que reorganizam tempos, espaços e possibilidades concretas de ensino, interferindo diretamente na continuidade pedagógica e na viabilidade das propostas construídas pelos licenciandos. Assim, a regência deixa de ser compreendida como simples aplicação de um planejamento previamente elaborado e passa a evidenciar a dimensão situada da prática docente, na qual decisões sobre recursos, estratégias e tecnologias precisam ser permanentemente ajustadas às condições efetivas da escola.

Essa constatação permite relativizar leituras que atribuem a integração tecnológica apenas à disponibilidade de equipamentos ou à competência individual do professor. A literatura educacional tem apontado que as barreiras ao uso pedagógico das tecnologias

digitais envolvem um conjunto articulado de fatores, como infraestrutura física e tecnológica, conectividade, suporte técnico, tempo de planejamento, formação docente, cultura institucional e coerência entre recurso e finalidade pedagógica (Kenski, 2020; Instefjord; Munthe, 2017; Pettersson, 2018; Francom, 2020). De modo convergente, estudos sobre integração tecnológica indicam que a simples presença de dispositivos não garante transformação pedagógica, pois os recursos podem permanecer subutilizados quando não há condições organizacionais e formativas que sustentem seu uso intencional (Lawrence; Tar, 2018). Nesse sentido, as reformas estruturais, a redução do número de aulas e a indisponibilidade de espaços especializados não constituem apenas obstáculos logísticos, mas elementos que reconfiguram o próprio campo de possibilidades didáticas dos licenciandos.

À luz da TCT, esse achado é relevante porque evidencia que a tecnologia educacional não se realiza em um vazio neutro, mas em uma ecologia sociotécnica atravessada por condições materiais, institucionais e organizacionais. A possibilidade de usar uma simulação, projetor, laboratório, Chromebook ou mesmo uma atividade sem recurso digital depende de uma rede de mediações que envolve infraestrutura, gestão escolar, calendário, tempo didático, acesso aos espaços e trabalho docente. Desse modo, os relatórios reforçam que a criticidade frente às tecnologias não se expressa apenas na escolha de usar ou não determinado artefato, mas na capacidade de compreender as condições que tornam esse uso possível, limitado ou pedagogicamente pertinente. Esse movimento fortalece especialmente a categoria C5 – Instrumentalização Primária e Secundária, ao mostrar que os recursos precisam ser recontextualizados nas condições concretas da escola, e a categoria C6 – Transformação da Vida Cotidiana, ao evidenciar como reformas, interrupções e reorganizações institucionais alteram ritmos, práticas e possibilidades de ensino.

Essas limitações também incidem sobre o acesso e a disponibilidade dos recursos técnicos mobilizados nas regências. Os relatórios mencionam a inexistência de laboratórios de informática e de ciências, a necessidade de reserva prévia de projetores portáteis e a precariedade de determinados espaços escolares. Mesmo quando dispositivos digitais são efetivamente utilizados, como no caso dos Chromebooks para acesso a simulações *on-line* (ESTUDANTE 3, Relatório 2), sua incorporação pedagógica depende de condições que extrapolam a escolha individual do professor, envolvendo conectividade, logística, gestão dos equipamentos, organização dos espaços e compatibilidade com o tempo didático disponível. Desse modo, a tecnologia não aparece como recurso automaticamente acessível ou pedagogicamente disponível, mas como parte de um arranjo sociotécnico que delimita possibilidades, impõe adaptações e condiciona a realização concreta do planejamento. À luz

da TCT, esse achado permite compreender que a funcionalidade de um artefato técnico não se define apenas por suas características internas, mas por sua inserção em contextos sociais e institucionais específicos, nos quais se articulam infraestrutura, formas de gestão, distribuição de recursos e finalidades pedagógicas (Feenberg, 2015).

A literatura educacional também tem apontado que a integração de tecnologias digitais depende menos da simples presença do equipamento e mais das condições efetivas de uso, como manutenção, conectividade, tempo pedagógico, apoio institucional e formação docente. Em contextos escolares marcados por restrições materiais, é comum que recursos potencialmente relevantes permaneçam subutilizados ou sejam acionados apenas de forma episódica (Kenski, 2020). Essa leitura é reforçada por estudos recentes que compreendem a competência digital docente como fenômeno situado, dependente não apenas de habilidades individuais, mas também de infraestrutura, cultura institucional, políticas educacionais e condições organizacionais de implementação (Pettersson, 2018; Instefjord; Munthe, 2017). De modo complementar, Francom (2020) indica que barreiras à integração tecnológica persistem em diferentes contextos escolares, envolvendo limitações de tempo, suporte técnico, formação profissional e adequação pedagógica dos recursos. Desse modo, os relatórios reforçam que discutir tecnologia educacional exige ultrapassar a visão centrada no artefato e considerar a ecologia sociotécnica da escola, na qual infraestrutura, gestão e condições de trabalho definem, em grande medida, o que pode ou não ser realizado pedagogicamente.

Além das condições físicas, os relatórios analisados articulam tecnologia e contexto social dos estudantes, ponto fundamental da TCT, uma vez que, para Feenberg (2015), os sistemas técnicos não podem ser compreendidos isoladamente de suas condições históricas, institucionais e sociais de funcionamento. Nessa perspectiva, a tecnologia não atua em um vazio neutro, mas é sempre apropriada e ressignificada em contextos concretos, atravessados por relações de poder, desigualdades materiais e diferentes possibilidades de participação. Um dos licenciandos destaca que "*as turmas do período noturno apresentam desafios como baixo engajamento, dispersão e defasagem nos conceitos básicos, reflexo da rotina intensa e de muitos alunos que conciliam trabalho e estudo*" (ESTUDANTE 7, Relatório 2). O relato evidencia que o uso pedagógico de recursos técnicos depende diretamente das condições de vida dos estudantes e das formas pelas quais estas incidem sobre atenção, tempo disponível e vínculo com a escola.

Nesse cenário, a escolha de determinados recursos, sejam digitais ou não, aparece atravessada pela necessidade de adequação ao perfil da turma. O uso de tecnologias, portanto, não se reduz a decisão meramente técnica, mas constitui resposta situada às condições

estruturais e sociais que moldam o cotidiano escolar. Tal interpretação dialoga com estudos da área educacional que indicam que a eficácia de recursos tecnológicos depende de fatores como desigualdade social, capital cultural dos estudantes, tempo escolar disponível e mediação docente contextualizada, não podendo ser explicada apenas pelas características do artefato utilizado (Kenski, 2020; Selwyn, 2016). Desse modo, os relatórios reforçam a compreensão de que integrar tecnologias ao ensino implica considerar concretamente quem são os estudantes, em que condições aprendem e quais barreiras sociais atravessam sua participação escolar. Nos parece fundamental o reconhecimento do contexto nos processos de ensino e aprendizagem e esses relatos dialogam diretamente com essa concepção.

Embora a maioria dos documentos analisados privilegie descrições práticas, há casos em que o uso da tecnologia é articulado explicitamente a referenciais teóricos discutidos na formação. Um dos estudantes registra que, ao longo do processo formativo, houve "*formação pedagógica específica [...] com enfoque na utilização de inteligência artificial*" (ESTUDANTE 6, Relatório 2), indicando que a tecnologia não foi apenas incorporada pragmaticamente, mas tematizada como objeto de estudo. O mesmo documento explicita que, nas discussões, buscou-se "*problematizar a ideia de neutralidade tecnológica e compreender a tecnologia como um fenômeno social, histórico e político*" (ESTUDANTE 6, Relatório 2). Trata-se de uma formulação conceitual que ultrapassa o nível instrumental e aponta para compreensão mais ampla da tecnologia, mesmo que explícita a partir de sua própria análise. Esse resultado é relevante porque sinaliza deslocamento formativo importante: a tecnologia deixa de ser percebida apenas como ferramenta de apoio didático e passa a ser compreendida como artefato atravessado por valores, interesses e efeitos sociais.

À luz da TCT, tal movimento favorece a constituição de uma postura docente mais crítica, capaz de interrogar não apenas como usar determinado recurso, mas para quais finalidades, sob quais condicionantes e com quais consequências pedagógicas e sociais (Feenberg, 2015). Na formação de professores, essa ampliação é especialmente significativa, pois permite que futuras decisões sobre adoção, recusa ou adaptação de tecnologias sejam orientadas por critérios pedagógicos e éticos, e não apenas por promessas de eficiência ou inovação. Estudos sobre formação docente e cultura digital indicam que processos formativos reflexivos tendem a fortalecer a autonomia profissional e a capacidade crítica dos futuros professores diante de tecnologias emergentes (Moreira; Schlemmer, 2020).

Ainda na análise do relatório do estudante 2, a tecnologia é associada diretamente à mediação docente, o que reforça o papel central do professor no ensino e aprendizagem de Física: "*Busquei refletir sobre as potencialidades, os limites e as implicações do uso dessas*

tecnologias no ensino de Ciências, bem como sobre o papel do professor na mediação pedagógica frente às ferramentas digitais" (ESTUDANTE 6, Relatório 2).

Diferentemente dos relatos que apenas descrevem uso de simulações ou experimentos, aqui há tentativa explícita de situar a tecnologia em um horizonte crítico e pedagógico. Esse movimento não é generalizado entre todos os estudantes, mas constitui dado relevante, mesmo que isolado na análise de um dos licenciando, pois evidencia que, ao menos em parte do *corpus*, os referenciais discutidos na formação, especialmente aqueles ligados à compreensão não neutra da tecnologia, foram incorporados à escrita reflexiva do relatório.

A leitura transversal e análise dos sete documentos permite observar que a categoria que emerge com maior densidade empírica é C4 – Valores e Pressupostos Técnicos. Em todos os sete, há menções explícitas às condições estruturais da escola, como reformas prediais, ausência de laboratório, indisponibilidade de equipamentos fixos e a necessidade de reservar projetor portátil. Em pelo menos cinco destes, essas condições não aparecem apenas como descrição logística, mas como fatores que impactaram diretamente o planejamento e a condução das aulas. Um dos estudantes registra que "*devido à reforma: do prédio, parte das aulas precisou ser reorganizada e alguns recursos não puderam ser utilizados conforme planejado*" (ESTUDANTE 3, Relatório 2). Outro afirma que "*a ausência de laboratório limitou a realização de atividades experimentais mais estruturadas*" (ESTUDANTE 5, Relatório 2). Esses trechos indicam consciência de que a prática pedagógica está inscrita em um arranjo técnico-institucional que condiciona possibilidades e delimita escolhas, exatamente o que Feenberg (2015) denomina de incorporação de valores no desenho técnico das instituições.

Embora os estudantes não utilizem explicitamente o conceito de código técnico, seus relatos evidenciam que percebem a escola como um sistema material organizado segundo determinadas prioridades e limitações. A necessidade de adaptar o planejamento à infraestrutura disponível demonstra que a racionalidade técnica não é neutra, mas estrutura o campo de ação docente. Nesse sentido, a alta recorrência dessa dimensão sugere que a experiência da regência produziu um deslocamento formativo: os licenciandos passaram a reconhecer que o ensino não ocorre em vazio metodológico, mas dentro de um ambiente sociotécnico concreto. Tal percepção é significativa porque rompe com visões idealizadas da docência centradas apenas em métodos ou competências individuais, incorporando à análise fatores como tempo escolar, disponibilidade de espaços, acesso a equipamentos e condicionantes institucionais que influenciam diretamente o trabalho pedagógico. À luz da TCT, esse reconhecimento amplia a criticidade profissional, pois permite compreender que

dificuldades e possibilidades do ensino não decorrem exclusivamente da atuação do professor, mas também do modo como os arranjos técnicos e organizacionais da escola distribuem oportunidades e limites (Feenberg, 2015). Na formação inicial, esse deslocamento tende a favorecer planejamentos mais realistas, maior capacidade de adaptação contextual e decisões pedagógicas menos abstratas, articuladas às condições efetivas em que o ensino se realiza.

Em intensidade intermediária, aparecem elementos associados à C5 (Instrumentalização Primária e Secundária) e à C2 (Ambivalência Tecnológica). Em seis dos sete relatórios há menção explícita ao uso de tecnologias digitais, como por exemplo simulações computacionais, vídeos, *Chromebooks*, projetor portátil ou recursos *online*. Contudo, a forma como essas tecnologias são descritas varia significativamente. Em alguns casos, a tecnologia aparece como instrumento de apoio ilustrativo, como quando se afirma que "*utilizei uma simulação para facilitar a visualização do fenômeno discutido anteriormente*" (ESTUDANTE 2, Relatório 2). Em outros, há indícios de apropriação mais reflexiva, como no relato de que "*a ferramenta gerou um plano inicial, mas foi necessário revisar sua estrutura e adequar os conceitos*" (ESTUDANTE 1, Relatório 2), indicando mediação crítica frente à IA.

Essa diferença é perceptível e fundamental: quando a tecnologia é apenas empregada como extensão funcional da exposição docente, aproxima-se de uma instrumentalização primária. Nesses casos, o recurso técnico tende a reforçar rotinas já estabelecidas, operando sobretudo como suporte à transmissão de conteúdos, à visualização pontual de conceitos ou à agilização de tarefas previamente definidas. Embora tal uso possa trazer benefícios práticos e organizacionais, seu alcance formativo tende a ser mais limitado, pois a tecnologia é incorporada sem questionamento mais amplo sobre seus pressupostos, seus efeitos pedagógicos ou suas alternativas de uso. Na formação inicial de professores, reconhecer esse padrão é importante para evitar que competência digital seja reduzida ao domínio operacional de ferramentas, desvinculada de reflexão pedagógica e crítica (Moreira; Schlemmer, 2020). Reforçamos a compreensão de que a simples substituição de recursos analógicos por digitais, não garante a excelência dos processos de ensino e aprendizagem; do contrário, podem reforçar estereótipos e reproduzir desigualdades já estruturadas nas salas de aula.

Quando o estudante reconhece limites, revisa respostas geradas ou adapta criticamente o recurso ao contexto, há indícios de instrumentalização secundária, ainda que localizada e não sistematizada conceitualmente. Nesse movimento, a tecnologia deixa de ser tomada como *script* fechado e passa a ser objeto de intervenção humana, reinterpretada a partir das necessidades da turma, dos objetivos de aprendizagem e dos critérios docentes. Tal postura

possui maior densidade formativa, pois mobiliza autonomia profissional, julgamento pedagógico e capacidade de contextualização, competências centrais ao exercício da docência contemporânea. Estudos sobre formação de professores e cultura digital indicam que processos reflexivos de apropriação tecnológica tendem a favorecer usos mais autorais e pedagogicamente consistentes, nos quais o professor atua como sujeito das escolhas técnicas e não apenas como executor de soluções prontas (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015; Nóvoa; Alvim, 2021).

Já as categorias C1 (Neutralidade Tecnológica) e C3 (Democratização da Tecnologia) emergem de maneira pontual, mas significativa. Em três documentos analisados, há indícios de que a tecnologia foi submetida à discussão ou à crítica em sala, como no caso em que se relata que "*a resposta gerada foi debatida com os alunos, que identificaram inconsistências*" (ESTUDANTE 4, Relatório 2). Esse tipo de registro tensiona a ideia de neutralidade tecnológica, pois a ferramenta não é tratada como fonte incontestável de verdade. No entanto, tais movimentos são episódicos e esporádicos e não configuram tematização sistemática do caráter político da tecnologia.

Por outro lado, as categorias C6 (Transformação da Vida Cotidiana), C7 (Impactos Sociais e Culturais) e C8 (Automação e o Papel Docente) aparecem com baixa densidade empírica. Nenhum dos sete relatórios descreve delegação de funções decisórias centrais à IA, como avaliação automatizada ou definição de conteúdos, o que indica ausência de automação estrutural do papel docente. A mediação conceitual permanece claramente atribuída ao professor.

Da mesma forma, embora existam descrições do contexto socioeconômico da escola e das dificuldades enfrentadas pelos estudantes, apenas dois relatórios articulam essas condições com reflexões mais amplas sobre tecnologia e desigualdade. Na maior parte do *corpus*, a tecnologia é discutida predominantemente no plano didático imediato, vinculada ao uso de recursos em aula, à organização de atividades ou à viabilidade material das propostas, e não como fenômeno sociocultural estruturante. Esse resultado é relevante porque sugere que a dimensão crítica mais ampla da tecnologia ainda aparece de forma incipiente na leitura que os licenciandos fazem de sua experiência docente.

Na perspectiva da TCT, tal limitação merece atenção, pois tecnologias educacionais participam da reprodução ou do tensionamento de desigualdades já existentes, seja pelo acesso desigual a equipamentos e conectividade, seja pelos diferentes repertórios culturais necessários para seu aproveitamento escolar. Quando essas mediações permanecem invisibilizadas, corre-se o risco de interpretar dificuldades pedagógicas apenas como

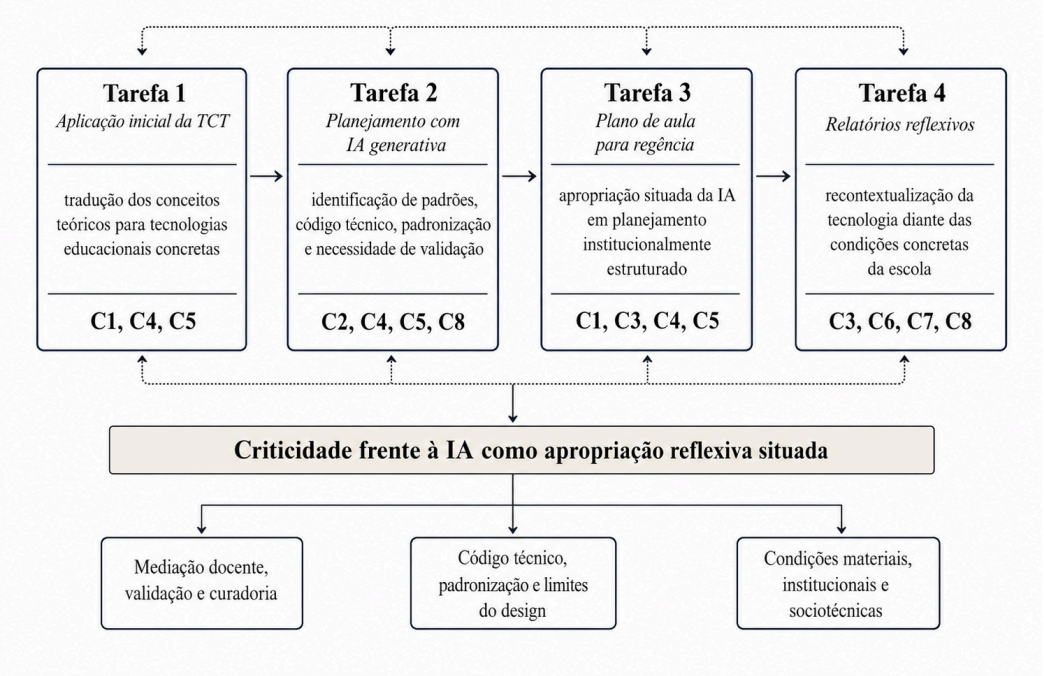
problemas individuais de estudantes ou de metodologia, desconsiderando condicionantes sociais mais amplos (Feenberg, 2015). Na formação de professores, ampliar essa leitura é importante para que futuras decisões pedagógicas considerem não apenas como usar tecnologias, mas para quem, em quais condições e com quais possíveis efeitos de inclusão ou exclusão. Estudos sobre educação digital e justiça social têm destacado justamente a necessidade de articular competência tecnológica com sensibilidade às desigualdades sociais que atravessam a escola contemporânea (Pretto; Bonilla, 2022), como no caso apresentado acima.

Essa distribuição desigual de intensidade sugere que, a criticidade tecnológica manifesta-se prioritariamente no reconhecimento das condições estruturais da prática (C4) e na mediação situada do uso de ferramentas (C5), enquanto dimensões mais amplas, como transformação do cotidiano ou impactos socioculturais, ainda não se consolidam como lentes interpretativas estáveis na reflexão dos licenciandos.

Em síntese, a análise dos relatórios indica que a experiência de regência operou como um espaço de deslocamento reflexivo, ainda que situado e desigual entre os participantes. A criticidade tecnológica não se manifesta, neste momento, como elaboração conceitual explícita das categorias da TCT, mas como percepção concreta das condições materiais que estruturam a prática e como mediação consciente (ainda que parcial) do uso de ferramentas digitais e, em alguns casos, de IA. Se por um lado não há evidências de reconfiguração estrutural da arquitetura pedagógica nem de tematização aprofundada dos impactos socioculturais da tecnologia, por outro, observa-se um avanço na compreensão de que a docência se realiza em um ambiente tecnicamente configurado, permeado por limites institucionais, escolhas materiais e decisões pedagógicas situadas. Essa constatação reforça que o processo formativo não produziu uma ruptura paradigmática, mas introduziu fissuras interpretativas relevantes, nas quais a tecnologia deixa de ser apenas recurso neutro e passa a ser reconhecida como elemento constitutivo da prática docente.

Como forma de sintetizar os resultados discutidos ao longo desta seção, a Figura 4 organiza, em perspectiva processual e analítica, os principais movimentos observados nas quatro tarefas examinadas. Mais do que representar uma sequência linear de atividades, a figura 4 busca explicitar como os materiais produzidos pelos licenciandos evidenciam diferentes modos de apropriação da tecnologia e da inteligência artificial, articulando deslocamentos parciais, permanências e recontextualizações ao longo do percurso formativo.

Figura 4 – Síntese analítica dos resultados da seção 4.2



Fonte: elaboração própria.

A Figura 4 mostra que a análise das tarefas não revelou uma trajetória homogênea ou cumulativa de criticidade, mas um processo de complexificação progressiva da relação dos licenciandos com a tecnologia e, especialmente, com a IA. Na Tarefa 1, voltada à aplicação inicial da Teoria Crítica da Tecnologia, predominou o esforço de traduzir conceitos teóricos para exemplos concretos de tecnologias educacionais, com maior mobilização das categorias C1, C4 e C5. Já na Tarefa 2, centrada no planejamento com IA generativa, tornaram-se mais visíveis os efeitos do código técnico inscrito nas respostas produzidas pelos sistemas, especialmente no que se refere à padronização estrutural dos planos, à necessidade de validação pedagógica e à reorganização parcial do trabalho docente, mobilizando sobretudo as categorias C2, C4, C5 e C8.

Na Tarefa 3, esse movimento foi recontextualizado em situação de planejamento para a regência, o que evidenciou uma apropriação mais situada da IA em diálogo com exigências institucionais, conteúdos escolares e escolhas pedagógicas concretas. Nesse momento, a tecnologia aparece menos como novidade abstrata e mais como recurso incorporado a uma prática já estruturada, com destaque para as categorias C1, C3, C4 e C5. Por sua vez, a Tarefa 4, constituída pelos relatórios reflexivos, desloca a análise para as condições concretas da escola, permitindo observar como o uso, os limites e as possibilidades das tecnologias passam a ser interpretados à luz da infraestrutura disponível, do perfil das turmas, das condições de trabalho e das mediações docentes. Por isso, ganham maior densidade as categorias C3, C6, C7 e C8.

A faixa interpretativa inferior da figura 4 sintetiza o principal achado da seção: a criticidade frente à IA emerge, neste estudo, como apropriação reflexiva situada. Isso significa que ela não se expressa apenas na capacidade de utilizar ferramentas, mas sobretudo na articulação entre mediação docente, validação e curadoria dos materiais; no reconhecimento do código técnico, da padronização e dos limites do *design*; e na consideração das condições materiais, institucionais e sociotécnicas que condicionam a prática pedagógica. Desse modo, a figura 4 reforça que os resultados da seção 4.2 apontam menos para uma transformação linear dos participantes e mais para um processo de reelaboração progressiva, marcado por tensões, ajustes e recontextualizações pedagógicas.

4.3 REGISTROS DOS ENCONTROS

A presente seção dedica-se à análise dos encontros formativos que compuseram o percurso investigativo desenvolvido no contexto do PIBID, já descrito na seção 3.5. Em termos gerais, tais encontros articularam momentos de fundamentação conceitual, discussão analítica e experimentação pedagógica, envolvendo a problematização das tecnologias digitais e, de modo mais específico, das IA no EF. Para fins desta pesquisa, esses encontros são compreendidos como espaço privilegiado de constituição de dados, uma vez que neles se produziram interações discursivas, registros reflexivos e posicionamentos dos licenciandos diante das questões propostas. A análise fundamenta-se, portanto, em registros audiovisuais, transcrições e diário de bordo, permitindo acompanhar a construção de sentidos, reformulações conceituais e tensões emergentes ao longo do processo formativo, em consonância com a abordagem de estudo de caso, que privilegia a investigação de fenômenos contemporâneos em seu contexto real (Yin, 2016).

4.3.1 Encontro 1

O Encontro 1 teve caráter organizacional, marcando a transição da formação geral (com 24 licenciandos) para a etapa específica da investigação (com oito licenciandos). Realizado de forma *online* e com duração aproximada de trinta minutos, o encontro não foi gravado, uma vez que não houve debate conceitual ou produção discursiva relevante para análise.

Nesse momento, apresentou-se o cronograma da formação específica, as leituras orientadoras e as atividades previstas ao longo dos encontros subsequentes. Explicitou-se que

a proposta formativa estaria ancorada na Teoria Crítica da Tecnologia, em especial, o livro Tecnologia, Modernidade e Democracia de Andrew Feenberg (2015), com foco na problematização da neutralidade tecnológica, da racionalidade instrumental e das implicações sociopolíticas das tecnologias digitais.

Também foi realizada a assinatura e leitura conjunta do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), garantindo espaço para esclarecimentos antes do início da pesquisa. Na sequência, explicou-se o funcionamento do questionário inicial, instrumento destinado a mapear concepções prévias dos participantes sobre tecnologia e prática docente.

O encontro foi concluído com a indicação da primeira leitura orientadora, Feenberg (2015, p. 113 – 133), que fundamentaria o debate do encontro seguinte. Embora não tenha produzido dados empíricos para análise interpretativa, este encontro foi fundamental para a organização ética e metodológica desse estudo, configurando o contexto no qual os encontros subsequentes seriam desenvolvidos.

4.3.2 Encontro 2

O Encontro 2 constituiu o primeiro momento de discussão conceitual da formação específica, tendo como leitura orientadora Feenberg (2015, p. 113–133), trecho no qual o autor apresenta os fundamentos da filosofia da tecnologia e sistematiza as teorias modernas: instrumentalismo, determinismo, substantivismo e teoria crítica. Diferentemente dos encontros subsequentes, a gravação dessa reunião foi perdida, razão pela qual os registros aqui apresentados derivam exclusivamente do diário de bordo produzido durante e imediatamente após o encontro. Ainda que essa circunstância limite a reconstrução literal das intervenções dos participantes, o diário de bordo permitiu reconstituir a progressão temática da discussão, os principais eixos conceituais mobilizados e as impressões analíticas iniciais do pesquisador. Esse uso encontra respaldo em Porlán e Martín (1997), ao compreenderem o diário como recurso metodológico capaz de registrar acontecimentos, problemas, interpretações e movimentos reflexivos emergentes no contexto da prática educativa. Desse modo, embora a ausência da gravação imponha limites à análise de falas específicas, o registro sistemático em diário de bordo preserva a continuidade metodológica do estudo de caso e explicita a natureza da evidência mobilizada.

O encontro foi iniciado com uma questão: “Após a leitura do texto, como vocês entendem a relação entre tecnologia e sociedade? A tecnologia é apenas uma ferramenta neutra que usamos ou ela também influencia as decisões e formas de agir das pessoas?”,

destinada a mobilizar as primeiras impressões dos licenciandos sobre o texto proposto. De modo recorrente diário de bordo, registra-se que os estudantes consideraram a leitura densa, sobretudo em razão de seu vocabulário filosófico e da complexidade histórica dos argumentos apresentados. Ainda assim, destacaram como elemento facilitador a Tabela 26, a qual classifica as teorias modernas da tecnologia, apresentada por Andrew Feenberg (2015, p. 125), organizando as perspectivas segundo os eixos da autonomia e do controle humano, distinguindo instrumentalismo, determinismo, substantivismo e teoria crítica.

Tabela 26: Organização dos comentários de Feenberg (2015, p. 125).

Tecnologia é:	Autônoma	Controlada humanamente
Neutra (separação completa dos meios e fins)	Determinismo (p. ex., teoria da modernização)	Instrumentalismo (fé liberal no progresso)
Valorativa (os meios formam um modo de vida que inclui os fins)	Substantivismo (meios e fins ligados em sistemas)	Teoria crítica (escolha de sistemas alternativos de meios e fins)

Fonte: Feenberg, 2015, p. 125.

A partir dessas impressões iniciais, a discussão desenvolveu-se de maneira orgânica, sem necessidade de intervenções norteadoras adicionais. A Tabela 26 funcionou como um organizador cognitivo do diálogo, permitindo que os participantes situassem os argumentos do texto em um esquema comparativo mais claro. Esse movimento inicial revelou que, apesar da densidade conceitual do material, os licenciandos conseguiram identificar seus elementos estruturantes, especialmente a oposição entre neutralidade e incorporação de valores na tecnologia.

A partir das impressões iniciais, o diálogo avançou para os fundamentos apresentados por Feenberg (2015, p. 113–133), começando pela delimitação do campo da filosofia da tecnologia e pela distinção histórica entre técnica e essência, retomando as noções gregas de *physis* e *poiesis*. Discutiu-se como, na tradição clássica, a técnica não era compreendida como mero instrumento neutro, mas como forma de revelação e produção, o que contrasta com a concepção moderna de tecnologia como meio funcional orientado à eficiência, associada à transformação da técnica em sistema de controle e disponibilidade do real (Heidegger, 2007). Esse deslocamento histórico permitiu introduzir o debate sobre racionalidade instrumental e sua centralidade na modernidade tecnológica.

Durante a discussão, os Estudantes 2, 4 e 5 mencionaram ter tido contato anterior com debates sobre tecnologia em uma disciplina obrigatória da graduação. Essa referência emergiu no contexto da pergunta inicial do encontro, formulada justamente para mobilizar impressões prévias sobre a leitura e a relação entre tecnologia e sociedade. Embora tais menções não tenham sido desenvolvidas de forma aprofundada, elas indicam que parte do grupo já dispunha de algum repertório inicial sobre a dimensão social da técnica e sobre a crítica a leituras deterministas, o que contribuiu para qualificar pontualmente o debate.

Na sequência, a discussão concentrou-se na sistematização das teorias modernas da tecnologia, conforme organizada na tabela 24. Foram retomadas as características do instrumentalismo, que concebe a tecnologia como ferramenta neutra subordinada aos fins humanos, do determinismo, que atribui à tecnologia um papel estruturante na configuração da sociedade, do substantivismo, que a entende como portadora de valores próprios e potencialmente autônoma, e da teoria crítica, que propõe a possibilidade de reorientação democrática dos sistemas técnicos (Feenberg, 2015). A comparação entre essas perspectivas estruturou o debate e forneceu um vocabulário comum para a compreensão das diferentes formas de interpretar a relação entre tecnologia e sociedade. De acordo com o diário de bordo, os licenciandos participaram ativamente dessa etapa, mobilizando exemplos do cotidiano educacional, como plataformas digitais, livros didáticos e ferramentas de simulação, para tentar posicionar tais tecnologias dentro das diferentes perspectivas apresentadas, o que contribuiu para tornar a discussão mais concreta e situada no contexto da prática docente.

Também foram discutidas as noções de autonomia tecnológica e controle humano, especialmente no que se refere à incorporação de valores nos artefatos e sistemas técnicos. O argumento de que a tecnologia não se reduz a um conjunto de meios neutros, mas expressa escolhas sociais e políticas inscritas em seus projetos e especificações, constituiu um eixo recorrente da conversa. Assim, o encontro concentrou-se na consolidação desses conceitos fundamentais, os quais serviriam de base para os debates subsequentes acerca das inteligências artificiais e do papel docente em contextos tecnologicamente mediados.

Embora o texto discutido apresentasse forte densidade filosófica, a conversa deslocou-se com frequência para o campo das tecnologias educacionais. À medida que eram retomadas as teorias modernas da tecnologia, os participantes mobilizavam exemplos vinculados à prática docente, ainda que em níveis distintos de problematização. Entre os exemplos mencionados, destacaram-se o uso de simulações interativas da plataforma PhET como recurso de visualização de fenômenos físicos, a percepção de certo enrijecimento das práticas pedagógicas associado ao uso de plataformas digitais estruturadas, que organizam

conteúdos e avaliações de forma padronizada, e o emprego de calculadoras em sala de aula, frequentemente debatido em termos de facilitação *versus* prejuízo à aprendizagem conceitual. Esses exemplos indicam que, mesmo diante de um referencial teórico abstrato, os licenciandos tendem a ancorar suas interpretações em situações concretas de ensino, o que favorece a aproximação entre teoria e prática, mas também evidencia limites iniciais na profundidade da problematização, uma vez que os recursos são, em grande medida, compreendidos a partir de sua funcionalidade imediata.

Em alguns momentos, tecnologias como simulações computacionais foram citadas como ferramentas auxiliares do ensino, mencionadas sobretudo por sua capacidade de representar fenômenos físicos e apoiar a compreensão conceitual, sem que se aprofundasse a discussão acerca dos valores ou pressupostos técnicos nelas incorporados. Em contraste, ao se abordar a questão dos livros didáticos, emergiu uma problematização mais ampla, envolvendo a lógica de produção e comercialização desses materiais e a recorrência de seu descarte na rede pública, ampliando o debate para dimensões econômicas e institucionais da tecnologia. Também surgiram referências às inteligências artificiais como recursos facilitadores da prática docente, associadas à geração de provas, exercícios e planos de aula, com ênfase na otimização de tempo e na reorganização de tarefas.

Esse movimento revelou que, mesmo em um encontro voltado à discussão teórica, a tradução dos conceitos para o campo educacional não ocorreu de forma uniforme. As tecnologias foram evocadas ora como instrumentos didáticos, ora como produtos inseridos em dinâmicas de mercado, ora como dispositivos de apoio ao trabalho docente, indicando a coexistência de compreensões distintas sobre seu papel na prática pedagógica.

O Encontro 2 encerrou-se com a consolidação de um vocabulário conceitual comum, especialmente no que se refere às teorias modernas da tecnologia e à crítica à neutralidade. A tabela apresentada por Feenberg (2015, p. 125) funcionou como organizadora da discussão, permitindo que os participantes localizassem diferentes compreensões de tecnologia em um quadro comparativo.

4.3.3 Encontro 3

O Encontro 3 marcou o primeiro momento de aprofundamento sistemático dos conceitos centrais da TCT. Diferentemente do Encontro 2, neste encontro há registro integral em áudio e transcrição, o que permite uma análise mais detalhada da progressão discursiva e das formulações produzidas pelos licenciandos.

Os objetivos do encontro foram três: (1) introduzir de forma estruturada os conceitos centrais da TCT de acordo com a leitura proposta (Feenberg, 2015, p. 5 - 19); (2) discutir as noções de código técnico, instrumentalização, *design* e automação, explorando suas implicações para as práticas docentes que seriam realizadas posteriormente; e (3) relacionar esses referenciais ao uso contemporâneo de IA e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação na formação docente. Se no encontro anterior a ênfase recaiu sobre a classificação das teorias modernas da tecnologia, aqui o foco deslocou-se para o funcionamento interno dos sistemas técnicos e para os modos pelos quais valores sociais se incorporam ao seu desenho e operação.

Nesse sentido, o Encontro 3 representou uma inflexão metodológica no processo formativo: passou-se da discussão panorâmica sobre concepções de tecnologia para a análise de mecanismos conceituais mais finos, capazes de sustentar leituras críticas da prática pedagógica mediada por tecnologias. A presença de registro integral permite, nesta seção, apresentar não apenas a temática abordada, mas a dinâmica efetiva de construção conceitual observada ao longo da discussão.

O encontro foi iniciado com a retomada da noção de que a tecnologia não pode ser compreendida como instrumento neutro, ponto já tensionado no encontro anterior. Ao introduzir o conceito de código técnico, explicitou-se que o *design* técnico incorpora escolhas sociais. Em determinado momento, registra-se a seguinte formulação: "*O código técnico não é só o jeito que a ferramenta funciona, mas o que ela escolhe permitir e o que ela escolhe não permitir.*" (ESTUDANTE 2, Encontro 3, transcrição). Esse trecho mostra que, já no início do debate, a discussão desloca-se da funcionalidade para a estrutura de possibilidades inscritas no artefato técnico.

Na sequência, ao discutir exemplos de tecnologias educacionais utilizadas no cotidiano escolar, o debate voltou-se para plataformas digitais de ensino que já incorporam estruturas pré-definidas de atividades, avaliações e organização de conteúdos . Nesse contexto, ao problematizar o modo como esses sistemas delimitam possibilidades pedagógicas antes mesmo da ação do professor, surge a seguinte intervenção: "*Quando a plataforma já vem com aquele modelo fechado de avaliação, ela já está dizendo como a gente deve avaliar.*" (ESTUDANTE 4, Encontro 3, transcrição). A fala indica a percepção de que o *design* antecede o uso, direcionando práticas pedagógicas.

Tal compreensão aproxima-se da noção de que os sistemas técnicos não apenas viabilizam ações, mas também as organizam e condicionam, incorporando decisões previamente estabilizadas em sua estrutura (Oliveira, 2024). No caso das plataformas digitais

de ensino, essa organização manifesta-se na forma de sequências didáticas padronizadas, formatos avaliativos predefinidos e lógicas de progressão que reduzem a margem de intervenção docente. Dessa forma, o que inicialmente poderia ser compreendido como um recurso de apoio passa a operar como um mediador ativo da prática pedagógica, influenciando escolhas didáticas e modos de avaliação. Essa interpretação encontra respaldo na discussão proposta por Feenberg (2015), ao afirmar que as tecnologias carregam um "código técnico" que articula dimensões funcionais e sociais, incorporando valores e pressupostos que orientam seu uso antes mesmo da apropriação pelos sujeitos. Nesse sentido, a fala do estudante não se limita a uma crítica pontual à plataforma, mas sugere um deslocamento relevante na compreensão da tecnologia, que passa a ser percebida como estruturadora da ação docente, e não apenas como instrumento neutro ou suporte operacional.

Ao introduzir a distinção entre instrumentalização primária e secundária (Feenberg, 2015, p. 11), o debate avançou para a forma como as tecnologias são incorporadas nas práticas pedagógicas. Em um dos momentos da discussão, um dos licenciandos menciona que "*muitas vezes nas nossas aulas de física a gente usa o celular, algum aplicativo ou calculadora, alguma coisa que vá ser relevante para a aula, principalmente em um simulador ou algum experimento*" (ESTUDANTE 6, Encontro 3, transcrição). A fala indica uma compreensão inicial da tecnologia como recurso funcional integrado à prática docente. Nesse caso, o celular aparece inicialmente no plano da instrumentalização primária — como ferramenta para executar uma tarefa específica —, mas a própria discussão sobre quando e como utilizá-lo em sala de aula revela a possibilidade de reconfiguração pedagógica do artefato, aproximando-se do nível da instrumentalização secundária, no qual o uso técnico é reinterpretado à luz de valores e decisões educativas.

A discussão sobre automação emergiu quando o debate se deslocou para o avanço de sistemas automatizados e de IA. Em determinado momento, ao refletir sobre a possibilidade de substituição do trabalho humano por sistemas tecnológicos, um dos licenciandos argumenta que "*não teria como a gente ser totalmente substituído, porque é uma coisa que não faria sentido [...] ainda precisa de gente sendo explorado no final*" (ESTUDANTE, Encontro 3, transcrição). A intervenção não trata diretamente da docência, mas introduz uma reflexão sobre os limites estruturais da automação e sobre a permanência do trabalho humano nos sistemas sociotécnicos. Nesse contexto, a tecnologia deixa de ser compreendida apenas como ferramenta auxiliar e passa a ser discutida como elemento capaz de reorganizar funções e posições dentro das atividades sociais, abrindo espaço para a problematização do papel docente em cenários de crescente automação.

Em outro momento da discussão, ao comentar os efeitos do uso recorrente de sistemas de IA na organização de atividades pedagógicas, um dos licenciandos observa que "*não é que ela substitui, mas ela começa a definir o formato das coisas*" (ESTUDANTE 5, Encontro 3, transcrição). A intervenção surge no contexto de um debate sobre a elaboração de planos de aula e materiais didáticos gerados por IA, indicando percepção de que essas ferramentas passam a antecipar determinadas estruturas de organização do trabalho pedagógico. Nesse sentido, a automação não é compreendida como simples substituição do professor, mas como mecanismo que tende a padronizar e orientar procedimentos de planejamento e organização da prática docente. A fala desloca o foco da eficiência técnica para a dimensão estrutural do *design* tecnológico, evidenciando como sistemas automatizados podem atuar na configuração das formas de trabalho no interior da atividade docente.

Diferentemente do Encontro 2, no qual os exemplos surgiam de maneira mais difusa, observa-se neste momento maior esforço de aplicação direta dos conceitos ao campo educacional, especialmente no que se refere às plataformas digitais e às IA.

A leitura das transcrições permite identificar que a categoria que emerge com maior densidade neste encontro é C4 – Valores e Pressupostos Técnicos. Diferentemente do encontro anterior, no qual as tecnologias eram mencionadas sobretudo como exemplos ilustrativos de ferramentas ou recursos didáticos, neste momento os licenciandos passam a problematizar características estruturais dos próprios sistemas técnicos. Essa mudança torna-se visível quando, ao discutir plataformas educacionais, um dos participantes afirma que "*quando a plataforma já vem com aquele modelo fechado de avaliação, ela já está dizendo como a gente deve avaliar*" (ESTUDANTE 4, Encontro 3, transcrição). Em outro momento, ao comentar o uso deIA na elaboração de materiais didáticos, registra-se que a IA "*começa a definir o formato das coisas*" (ESTUDANTE 5, Encontro 3, transcrição). Em ambos os casos, a tecnologia deixa de ser descrita apenas como ferramenta operacional e passa a ser interpretada como elemento que antecede e orienta práticas pedagógicas. É justamente esse deslocamento, da tecnologia como instrumento para a tecnologia como estrutura portadora de pressupostos inscritos no *design*, que explica a maior incidência empírica da categoria C4 neste encontro.

As formulações produzidas pelos licenciandos indicam um deslocamento em relação à concepção estritamente instrumental da tecnologia. Ao reconhecer que determinadas plataformas educacionais já incorporam modelos predefinidos de avaliação e organização de atividades, os participantes passam a problematizar o modo como o *design* técnico delimita possibilidades de ação pedagógica. Nesse sentido, a tecnologia deixa de ser compreendida

apenas como suporte operacional e passa a ser interpretada como estrutura que antecede e orienta práticas docentes. Esse movimento analítico aproxima-se da formulação de Feenberg (2015) acerca da incorporação de valores no *design* técnico, ainda que de forma inicial e situada no contexto das experiências pedagógicas imediatas.

No que se refere à categoria C5 – Instrumentalização Primária e Secundária, as falas dos licenciandos indicam compreensão inicial da tecnologia como recurso funcional integrado à prática docente. Em determinado momento, ao comentar o uso de dispositivos digitais nas aulas de Física, um estudante afirma que "*muitas vezes nas nossas aulas a gente usa o celular, algum aplicativo ou calculadora [...] principalmente em simuladores ou em algum experimento*" (ESTUDANTE 6, Encontro 3, transcrição). A fala evidencia a incorporação da tecnologia como ferramenta pedagógica, característica da instrumentalização primária. Ao mesmo tempo, a própria discussão sobre as condições e finalidades desse uso sugere possibilidade de reinterpretação pedagógica do artefato técnico, aproximando-se do nível da instrumentalização secundária, ainda que sem explicitação das condições sociais que delimitam essas reapropriações.

Essa ausência de explicitação revela um limite importante no processo formativo observado: embora os licenciandos comecem a tensionar o uso da tecnologia para além de sua funcionalidade imediata, ainda não mobilizam de forma sistemática elementos que permitam compreender como essas ferramentas são configuradas por valores, interesses e estruturas sociais mais amplas. Em outras palavras, a reflexão permanece situada no nível do uso pedagógico, sem alcançar plenamente a problematização das mediações sociotécnicas que condicionam esse uso. Tal limitação indica que o movimento em direção à instrumentalização secundária ocorre de forma incipiente e localizada, dependendo fortemente da mediação formativa e não se consolidando como uma postura crítica autônoma, o que sugere a necessidade de aprofundamento teórico e de experiências formativas que explicitem as dimensões sociais e políticas inscritas nos sistemas técnicos (Feenberg, 2015).

A categoria C8 – Automação e Papel Docente também emerge com intensidade intermediária, sobretudo nas discussões envolvendo o uso de IA na elaboração de materiais didáticos. Ao afirmar que "*se a IA já entrega o plano todo estruturado, o professor vira meio que um revisor*" (ESTUDANTE 3, Encontro 3, transcrição), um dos participantes sugere percepção de reorganização funcional do trabalho docente. Não se trata de discurso alarmista de substituição total, mas de reconfiguração parcial das tarefas envolvidas no planejamento pedagógico, relegando ao docente apenas a revisão dos planos.

Essa formulação, ainda que incipiente, indica uma compreensão de que a automação não elimina o professor, mas redefine suas atribuições, deslocando-o de um papel autoral para uma função de validação e ajuste. Ou seja, em linhas gerais, a função do professor é reajustada a partir da imersão destes recursos. Tal deslocamento aproxima-se de processos mais amplos de racionalização técnica, nos quais atividades complexas são decompostas, padronizadas e parcialmente automatizadas, reduzindo a margem de decisão dos sujeitos envolvidos. No entanto, a fala também revela um limite importante: ao caracterizar o professor como "revisor", o estudante tende a naturalizar essa reorganização como consequência direta da eficiência da ferramenta, sem problematizar os valores pedagógicos e as implicações formativas dessa redução do papel docente.

Nessa perspectiva, a automação é compreendida predominantemente em termos operacionais, e não como fenômeno sociotécnico que envolve disputas sobre o controle do processo educativo e sobre a própria definição do que significa ensinar. Conforme argumenta Feenberg (2015), as tecnologias incorporam modelos de ação que podem restringir ou ampliar a agência dos sujeitos, dependendo de como são apropriadas e reinterpretadas. No caso analisado, a ausência de questionamento mais aprofundado sobre quem define os modelos de planejamento gerados pela IA e quais concepções de ensino são ali embutidas indica que a criticidade em relação à automação ainda se encontra em estágio inicial, marcada mais pelo reconhecimento de mudanças funcionais do que pela problematização de suas implicações pedagógicas e políticas.

De modo complementar, quando se observa que a IA "*começa a definir o formato das coisas*" (ESTUDANTE 5, Encontro 3, transcrição), a discussão ultrapassa o nível da eficiência operacional e alcança a dimensão estrutural do *design* tecnológico. O formato do plano de aula, a organização dos tópicos e os tipos de atividade sugeridos passam a ser mediados por uma lógica previamente inscrita no sistema. Sob essa perspectiva, a automação é compreendida como reorganização parcial das funções docentes, envolvendo delegação de tarefas e redefinição do tempo de trabalho. Contudo, a problematização permanece predominantemente situada no plano micro didático. Não houve aprofundamento consistente das dimensões institucionais, econômicas ou políticas associadas à adoção de IA na educação, tais como dependência tecnológica, mercado educacional ou políticas públicas de digitalização.

Essa delimitação não deve ser compreendida apenas como insuficiência, mas como indicativo do nível em que a criticidade começa a se constituir no processo formativo. Inicialmente, as reflexões tendem a emergir a partir da experiência imediata de sala de aula,

focalizando aspectos diretamente observáveis, como planejamento, avaliação e organização das atividades. O deslocamento para níveis mais amplos de análise, que envolvem relações de poder, interesses econômicos e estruturas institucionais, exige mediações teóricas mais sistemáticas e maior familiaridade com abordagens críticas da tecnologia. Nesse sentido, a ausência ou menor presença desses elementos não invalida o avanço observado, mas evidencia que a transição para uma compreensão mais abrangente da tecnologia como fenômeno sociotécnico exige um processo contínuo de elaboração, no qual os licenciandos possam passar da identificação de problemas pedagógicos imediatos para a análise dos códigos técnicos, das formas de controle e das condições sociais que estruturam os artefatos tecnológicos. Como argumenta Feenberg (2015), a apropriação crítica das tecnologias depende da capacidade de reconhecer os valores inscritos em seu *design* e de situá-los em contextos sociais mais amplos, o que raramente ocorre de forma imediata em contextos formativos iniciais, necessitando de um intervalo de tempo maior para sua consolidação.

Hierarquizando, observa-se maior densidade nas categorias C4 (Valores e Pressupostos Técnicos) e C5 (Instrumentalização Primária e Secundária), seguidas por C8 (Automação e Papel Docente). As categorias C3 (Democratização da Tecnologia) e C6 (Transformação da Vida Cotidiana) aparecem de forma marginal, enquanto C1 (Neutralidade Tecnológica), C2 (Ambivalência Tecnológica) e C7 (Impactos Sociais e Culturais) não se configuram como eixos estruturantes do debate neste encontro.

Assim, o Encontro 3 pode ser interpretado como momento de consolidação conceitual e deslocamento analítico. Ainda que não se observe a consolidação de uma criticidade autônoma — uma vez que os conceitos mobilizados constituíam o próprio conteúdo estruturante do encontro —, há passagem da tecnologia como instrumento neutro para a tecnologia como estrutura sociotécnica condicionante da prática docente. Trata-se menos de ruptura paradigmática e mais de amadurecimento progressivo da leitura conceitual, que prepara o terreno para análises posteriores mais densas acerca da racionalização tecnológica e da tensão entre instrumentalização e emancipação no campo educacional.

4.3.4 Encontro 4

O quarto encontro caracterizou-se por articular três dimensões complementares do percurso formativo. Inicialmente, foi realizado um momento de alinhamento das atividades de regência no contexto do PIBID, no qual os licenciandos compartilharam informações sobre turmas, conteúdos e condições concretas de atuação nas escolas, estabelecendo um vínculo

direto entre a formação teórica e a prática docente em desenvolvimento. Na sequência, a discussão foi organizada em torno da leitura de Freitas e Segatto (2014), conduzida por meio de uma rodada estruturada de falas, na qual os participantes sintetizaram e problematizaram os principais argumentos do texto, com destaque para a crítica à linearidade entre ciência, tecnologia e desenvolvimento social, bem como para a compreensão da tecnologia como fenômeno socialmente situado. A mediação do encontro buscou ainda articular esses elementos com conceitos previamente trabalhados da TCT (Feenberg, 2015), especialmente ao retomar noções como código técnico e instrumentalização, agora aplicadas a exemplos concretos do cotidiano educacional. Por fim, o encontro também cumpriu a função de preparar a etapa seguinte do percurso formativo, ao introduzir a proposta de utilização de ferramentas de IA na elaboração de materiais didáticos, indicando uma transição progressiva da discussão conceitual para atividades de natureza aplicada, em consonância com os objetivos da pesquisa.

A dinâmica do encontro refletiu essa mudança de foco. Em vez de partir imediatamente de exemplos práticos ou experiências pedagógicas, a discussão concentrou-se, inicialmente, na interpretação dos argumentos apresentados no texto, com os licenciandos retomando conceitos e problematizando suas implicações para a compreensão da tecnologia na sociedade contemporânea. Nesse movimento, o diálogo passou a explorar questões relacionadas às condições de participação social nas decisões tecnológicas, à relação entre conhecimento técnico e poder e à possibilidade de democratização dos processos de desenvolvimento tecnológico, em consonância com a perspectiva de que a tecnologia não pode ser compreendida como um fenômeno isolado, mas como parte constitutiva das dinâmicas sociais e políticas (Freitas; Segatto, 2014). Ainda que a discussão permanecesse em grande medida no plano conceitual, parte das intervenções dos participantes foi mobilizada pela apresentação e problematização da atividade realizada para o encontro, na qual os licenciandos deveriam aplicar os conceitos discutidos no texto a exemplos de tecnologias educacionais. As falas evidenciam um esforço de aproximação entre os argumentos teóricos apresentados no referencial de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e as formas pelas quais a tecnologia se manifesta nas práticas sociais. Esse encontro distingue-se dos anteriores por articular a discussão conceitual do texto com a apresentação e problematização de uma atividade aplicada, na qual os licenciandos procuraram mobilizar tais referenciais em exemplos de tecnologias educacionais.

Após a retomada dos principais argumentos apresentados no texto de Feenberg (2015), a discussão foi aberta para que os licenciandos compartilhassem suas impressões iniciais

sobre a leitura realizada. As primeiras intervenções concentraram-se na interpretação das ideias centrais do autor, especialmente no que se refere à crítica à visão tecnocrática da tecnologia e à possibilidade de participação social nos processos de definição e orientação dos sistemas técnicos (Feenberg, 2002). Nesse momento inicial, os participantes procuraram sintetizar os argumentos do texto e discutir suas implicações para a compreensão da relação entre tecnologia e organização social. Essa direção do debate aparece de forma mais explícita quando um dos licenciandos afirma:

> "*Eu acho que a importância é de todas as componentes que tomam decisões não ter o conhecimento técnico, mas ter o discernimento. Como é que é confiar desconfiando, poder duvidar de cientista e ter um mínimo conhecimento de que se aquilo é plausível ou não. Então, acho que para ter um debate construtivo, sério e complexo em todos os níveis, a gente precisaria de uma educação multidisciplinar, que nos fornecesse respostas complexas para problemas complexos*" (Estudante 2, Encontro 4, transcrição).

A formulação evidencia um esforço de compreensão dos argumentos apresentados por Feenberg (2015), especialmente ao reconhecer que o desenvolvimento tecnológico não deve ser conduzido exclusivamente por especialistas, mas envolve condições mais amplas de participação, discernimento e formação social, o que reforça a compreensão da tecnologia como fenômeno também político e social. Esse posicionamento encontra ressonância em investigações no campo da formação docente mediada por tecnologias digitais, nas quais se observa que a construção de uma postura crítica frente à tecnologia passa pela problematização das relações entre conhecimento técnico, autonomia intelectual e participação social, deslocando a compreensão da tecnologia de um instrumento neutro para um campo de disputas e decisões coletivas (Oliveira, 2024).

Após a retomada inicial dos principais conceitos apresentados no texto, a discussão passou a envolver intervenções dos licenciandos que buscavam esclarecer e aplicar os conceitos introduzidos na leitura. Em um momento, o Estudante 1 relata ter encontrado dificuldades ao tentar diferenciar instrumentalização primária e secundária na atividade proposta para o encontro. A intervenção desencadeia uma explicação adicional do conceito e abre espaço para que outros participantes tentem reformular a ideia, associando a instrumentalização secundária às formas práticas de apropriação das tecnologias. Esse movimento inicial evidencia um processo de compreensão ainda em construção, no qual os licenciandos procuram interpretar e aplicar os conceitos apresentados por Feenberg (2015).

Um dos momentos em que a discussão se desloca da interpretação geral do texto para a problematização de suas implicações, ocorre quando os participantes passam a refletir sobre as condições necessárias para que diferentes grupos sociais possam atuar nas decisões

tecnológicas. Nesse contexto, a seguinte questão é colocada durante o encontro: "*para as pessoas conseguirem atuar sobre a tecnologia numa sociedade ativa politicamente, o que elas precisam ter?*" (ENCONTRO 4, transcrição). A questão introduz explicitamente o problema da relação entre conhecimento técnico e participação social, deslocando o debate do plano abstrato da leitura para a consideração das condições concretas de intervenção pública nos sistemas técnicos. Na sequência da discussão, os participantes indicam que essa participação estaria associada não apenas ao acesso material às tecnologias, mas também à possibilidade de compreender seu funcionamento e suas implicações.

Esse momento aproxima-se diretamente da crítica apresentada por Feenberg (2015) à concepção tecnocrática de organização social, segundo a qual as decisões tecnológicas deveriam ser conduzidas exclusivamente por especialistas. Ao problematizar quais condições seriam necessárias para que a população pudesse atuar sobre a tecnologia, os licenciandos passam a reconhecer que o domínio técnico exerce papel importante na definição de quem participa ou não das decisões tecnológicas. Ainda que de forma exploratória, a discussão sugere uma compreensão inicial de que o desenvolvimento tecnológico não se restringe a um processo puramente técnico, mas envolve disputas relacionadas ao acesso ao conhecimento, à distribuição de poder e às formas de participação social nos processos de decisão tecnológica.

Nos momentos finais da discussão, o diálogo desloca-se da compreensão conceitual para uma reflexão mais direta sobre as condições sociais que tornam possível a democratização da tecnologia. Uma das respostas formuladas pelos participantes — "*Para as pessoas conseguirem atuar sobre a tecnologia numa sociedade ativa politicamente, o que as pessoas precisam ter?*" (ESTUDANTE 5, Encontro 4, transcrição) — evidencia um movimento de problematização que ultrapassa a interpretação dos conceitos e passa a indagar pelas condições formativas necessárias à participação social nos sistemas técnicos. Essa questão ganha desdobramento quando outro estudante aponta que seria necessário "saber identificar o que é falso, o que é verdade, o que serve, o que não serve" (ESTUDANTE, Encontro 4, transcrição), deslocando o foco da discussão para a constituição de capacidades críticas diante das tecnologias.

Nesse sentido, a problematização deixa de se restringir ao domínio técnico e passa a incorporar a necessidade de discernimento e letramento tecnológico como condições para a atuação social. Esse movimento aproxima-se das discussões propostas por Freitas e Segatto (2014), ao sugerir que a democratização da tecnologia não depende exclusivamente da ampliação do acesso, mas da formação de sujeitos capazes de participar de forma qualificada nos debates e decisões que envolvem os sistemas técnicos. Ainda que essas reflexões

permaneçam em um nível inicial de elaboração, elas indicam um deslocamento em relação à compreensão da tecnologia como esfera restrita a especialistas, abrindo espaço para sua problematização como campo de participação social.

Uma das respostas formuladas pelos participantes aponta para a necessidade de domínio cognitivo sobre os sistemas técnicos. Nesse momento, um dos estudantes afirma que seria necessário "*conhecimento da tecnologia e conseguir chegar a ela*" (ESTUDANTE 2, Encontro 4, transcrição). A formulação, ainda que breve, sintetiza dois elementos centrais do problema discutido no texto de Freitas e Segatto (2014): por um lado, a necessidade de compreensão dos sistemas técnicos e, por outro, a possibilidade concreta de acesso às instâncias onde decisões tecnológicas são tomadas.

A formulação apresentada pelo estudante evidencia uma compreensão inicial de que a possibilidade de atuação social sobre a tecnologia depende de determinadas condições de acesso e conhecimento. Ao afirmar que seria necessário "*conhecimento da tecnologia e conseguir chegar a ela*" (ESTUDANTE 2, Encontro 4, transcrição), o participante indica que a participação nos processos tecnológicos não ocorre de forma espontânea, mas está associada à capacidade de compreender os sistemas técnicos e de ter acesso a eles. Embora a discussão não avance para uma problematização mais aprofundada das dimensões políticas e institucionais envolvidas nesse processo, o trecho sugere um reconhecimento inicial de que o envolvimento dos sujeitos com a tecnologia depende de condições sociais específicas. Nesse sentido, a fala aproxima-se de elementos associados à categoria C3 – Democratização da Tecnologia, ainda que de forma incipiente.

Em continuidade à discussão sobre as condições de participação social nos processos tecnológicos, alguns momentos do diálogo indicam também a percepção de limites estruturais que restringem essa participação. Ao refletirem sobre quem efetivamente detém o controle sobre o desenvolvimento das tecnologias, os licenciandos passam a reconhecer que o acesso e o conhecimento técnico não estão distribuídos de forma homogênea entre os diferentes grupos sociais.

Nesse contexto, um dos estudantes observa que, na prática, grande parte das decisões sobre as tecnologias é tomada por grupos restritos envolvidos em sua produção e desenvolvimento. Em determinado momento da discussão, registra-se a observação de que "*quem cria as tecnologias são poucas empresas ou grupos que dominam esse conhecimento*" (ESTUDANTE 4, Encontro 4, transcrição). A intervenção sugere a percepção de que o domínio técnico e institucional sobre os sistemas tecnológicos tende a concentrar-se em determinados atores sociais.

Ainda, destaca-se que a fala indica um reconhecimento inicial de que o desenvolvimento tecnológico está associado a estruturas de poder e organização social específicas, ainda que essa dimensão não seja aprofundada de forma sistemática ao longo da discussão. O comentário aparece de maneira pontual, sem desencadear um debate mais amplo sobre as implicações econômicas ou políticas dessa concentração.

Do ponto de vista analítico, esse momento dialoga com a discussão proposta por Feenberg (2015) acerca da relação entre tecnologia e organização social, especialmente no que se refere às formas pelas quais decisões técnicas são frequentemente centralizadas em instituições especializadas. Contudo, no âmbito da discussão realizada no encontro, essa percepção aparece mais como uma constatação geral do que como uma análise desenvolvida.

Assim, o trecho sugere uma aproximação inicial com problemáticas associadas à categoria C3 – Democratização da Tecnologia, ao reconhecer implicitamente que a participação social nos processos tecnológicos pode ser limitada por desigualdades no acesso ao conhecimento técnico e às estruturas de desenvolvimento tecnológico. Entretanto, essa dimensão não se consolida como eixo central da discussão, permanecendo como um elemento periférico no debate conduzido pelos licenciandos.

Considerados em conjunto, os diálogos analisados ao longo do encontro indicam que a discussão se concentrou principalmente na compreensão conceitual dos argumentos apresentados no texto de Feenberg (2015) e em tentativas iniciais de aplicar essas ideias ao contexto educacional. As intervenções dos licenciandos indicam um processo de apropriação conceitual ainda em construção, no qual procuram interpretar e aplicar os conceitos discutidos na leitura. Em um dos momentos do encontro, o estudante 1 relata ter encontrado dificuldades ao diferenciar instrumentalização primária e secundária ao analisar o uso da simulação PhET na atividade proposta. Em outro trecho, a instrumentalização secundária é associada à prática concreta de uso da tecnologia (ESTUDANTE 3, Encontro 4), enquanto uma estudante procura aplicar o conceito ao Google Classroom, distinguindo entre o uso previsto da plataforma e as interações pedagógicas que emergem no processo de ensino (ESTUDANTE 4, Encontro 4). Esses exemplos indicam tentativas de traduzir os conceitos teóricos discutidos no texto para situações concretas do cotidiano escolar.

Nesse processo, observa-se que as discussões relacionadas à instrumentalização primária e secundária aparecem de forma relativamente recorrente, especialmente quando os estudantes buscam compreender como as tecnologias educacionais podem ser utilizadas de maneiras distintas daquelas originalmente previstas em seu *design*. As tentativas de aplicação desses conceitos a ferramentas como o PhET ou o Google Classroom indicam um esforço de

traduzir o vocabulário teórico da leitura para situações concretas do cotidiano escolar, ainda que essas interpretações permaneçam, em muitos momentos, em nível exploratório. No caso das simulações computacionais, essa aproximação é particularmente pertinente, pois tais recursos não se limitam à apresentação visual de fenômenos físicos, mas oferecem ambientes de interação com modelos previamente construídos, nos quais determinadas possibilidades de exploração já estão estruturadas pela própria ferramenta. Assim, quando os licenciandos discutem o PhET, aproximam-se da instrumentalização primária ao reconhecerem sua função técnica de representar, simplificar e tornar manipuláveis fenômenos físicos; porém, começam a tangenciar a instrumentalização secundária quando questionam como esse recurso pode ser pedagogicamente recontextualizado, mediado e articulado a objetivos específicos de ensino.

Essa leitura pode ser fortalecida a partir de Araujo e Veit (2004), que, ao revisarem estudos sobre tecnologias computacionais no Ensino de Física, identificam forte concentração de trabalhos envolvendo modelagem e simulação computacional, mas alertam que a presença de recursos sofisticados não implica, por si só, melhoria do ensino. Para os autores, o desenvolvimento e o uso de tecnologias computacionais precisam estar articulados à pesquisa em Ensino de Física e a referenciais teóricos sobre aprendizagem, evitando que o entusiasmo com o recurso técnico substitua a reflexão pedagógica. Esse ponto dialoga diretamente com a análise do encontro: os estudantes reconhecem o potencial de ferramentas como o PhET e o Google Classroom, mas suas interpretações ainda se concentram na funcionalidade e na aplicação imediata, sem explorar plenamente as condições pedagógicas, epistemológicas e sociotécnicas que tornam possível uma apropriação crítica desses artefatos. Desse modo, a referência não apenas corrobora a presença das tecnologias no Ensino de Física, mas ajuda a explicitar o limite formativo observado: a passagem do uso funcional para a recontextualização crítica ainda se encontra em processo de elaboração (Araujo; Veit, 2004).

Por outro lado, as discussões envolvendo a democratização da tecnologia emergem de forma mais pontual, sobretudo nos momentos em que os licenciandos refletem sobre as condições necessárias para que sujeitos possam intervir nos processos de definição e uso das tecnologias. As falas que mencionam a necessidade de conhecimento técnico ou de acesso aos sistemas tecnológicos sugerem uma percepção inicial de que a participação social nesses processos depende de determinadas condições estruturais. No entanto, essas reflexões não se desdobram em análises mais amplas sobre as dimensões institucionais, econômicas ou políticas associadas ao desenvolvimento tecnológico.

Desse modo, o Encontro 4 caracteriza-se menos pela introdução de novos elementos conceituais e mais pelo aprofundamento da compreensão dos conceitos discutidos nos

encontros anteriores. A discussão evidencia um momento de consolidação progressiva do vocabulário analítico mobilizado ao longo da formação, no qual os licenciandos procuram articular os argumentos teóricos apresentados nas leituras com exemplos provenientes de sua própria experiência na formação docente.

Em termos das categorias analíticas adotadas nesta investigação, observa-se maior presença de elementos associados à C5 – Instrumentalização Primária e Secundária, mobilizados sobretudo nas tentativas de aplicação dos conceitos às tecnologias educacionais. A C3 – Democratização da Tecnologia aparece de maneira incipiente, vinculada às reflexões sobre conhecimento técnico e acesso aos sistemas tecnológicos. As demais categorias não se configuram como eixos estruturantes da discussão neste encontro, permanecendo ausentes ou apenas tangencialmente mencionadas nas interações analisadas.

4.3.5 Encontro 5

O quinto encontro deu continuidade ao percurso formativo com foco na leitura e discussão de mais um capítulo do livro de Feenberg (2015, p. 65–86), centrado na problematização das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, especialmente no que se refere aos processos de decisão e à noção de subdeterminação. Diferentemente de momentos anteriores, nos quais a TCT era mobilizada de forma mais descritiva, este encontro teve como objetivo central tensionar categorias como neutralidade tecnológica (C1), valores e pressupostos técnicos (C4) e democratização da tecnologia (C3) a partir de exemplos empíricos, aprofundando a discussão sobre as condições sociais que orientam o desenvolvimento tecnológico. A dinâmica adotada consistiu em uma discussão aberta, mediada pelo formador, na qual os licenciandos foram convidados a interpretar o texto, mobilizar exemplos e posicionar-se frente às questões propostas.

A análise das interações evidencia que a discussão não se organiza de forma linear, mas se desenvolve a partir de tensões internas nos discursos dos participantes, o que, sob a perspectiva do estudo de caso (YIN, 2016), constitui um elemento relevante para a compreensão do fenômeno investigado. Um primeiro movimento ocorre logo na primeira fala do encontro, onde o estudante 1 aponta:

> "*Eu gostei do peso (do texto). Principalmente na questão de ver que a tecnologia, ela às vezes é impulsionada por alguma motivação. E essa motivação no caso, pelo que deu a entender, podia ter sido dinheiro. Porque a universidade que importou, que era uma coisa que podia ter vantagem, empresas que importaram dizendo também que poderiam ter vantagem sobre aquilo. E cada vez foi impulsionando e cada vez foi tomando uma proporção cada vez*

> *maior. E aí chegaram a ser o que aquilo não era verdade. Mostrou que a questão financeira ainda é muito pesada na questão do desenvolvimento ativista*." (ESTUDANTE 3, Encontro 5, transcrição)

Tal fala evidencia a mobilização de uma leitura acerca da hierarquização tradicional entre ciência e tecnologia, ao reconhecer que a tecnologia é frequentemente associada a um caráter utilitarista, enquanto a ciência é concebida como uma atividade "mais nobre", desvinculada de interesses imediatos, o que se articula com as categorias de neutralidade tecnológica (C1) e valores e pressupostos técnicos (C4). Conforme expressa o Estudante 5:

> "*a gente não gosta de engenheiro porque engenheiro faz tecnologia, tecnologia é utilitarista. A gente é mais nobre, a gente trabalha com coisas mais nobres, então a ciência aqui em cima, os caras só fazem tecnologia aqui embaixo*" (ESTUDANTE 1, Encontro 5, transcrição).

Essa percepção indica, por um lado, a identificação de valores e pressupostos sociais que estruturam a forma como diferentes práticas tecnocientíficas são concebidas, articulando-se diretamente à categoria de valores e pressupostos técnicos (C4) e à crítica à neutralidade tecnológica (C1), segundo a qual tanto a ciência quanto a tecnologia são atravessadas por interesses e construções sociais (Feenberg, 2015). Por outro lado, essa mesma fala revela a persistência de uma distinção hierárquica entre ciência e tecnologia, ainda não plenamente superada, na medida em que reproduz, ainda que de forma crítica, a oposição entre um saber considerado "superior" e outro "instrumental", o que tensiona a compreensão da ambivalência tecnológica (C2). Essa coexistência entre problematização e reprodução do discurso tradicional evidencia uma apropriação em processo, na qual os licenciandos tensionam concepções estabelecidas, mas ainda operam parcialmente dentro dos marcos que procuram questionar.

A discussão sobre o episódio da fusão a frio aprofunda essa análise ao evidenciar os processos de decisão que orientam o desenvolvimento tecnocientífico. Ao afirmar que "*quem autorizou o investimento? As pessoas de poder [...] tinham conhecimento técnico? Não*", o Estudante 6 parece identificar a presença de agentes externos ao campo científico na definição dos rumos da tecnologia, o que se articula diretamente à noção de código técnico, entendido como a incorporação de valores sociais nos sistemas técnicos (Feenberg, 1999). Entretanto, essa leitura convive com uma interpretação que ainda atribui o fracasso do caso à ausência de rigor científico, como na afirmação de que "*não teve um embasamento teórico [...] foi muito de jeito no outro e não nas ciências*" (ESTUDANTE 4, Encontro 5, transcrição). Essa coexistência revela uma contradição: ao mesmo tempo em que os participantes problematizam

a influência de fatores externos nos processos de decisão tecnocientíficos, mantêm uma confiança residual na racionalidade científica como instância reguladora ideal, o que tensiona a crítica à neutralidade tecnológica (C1) e evidencia limites na compreensão da instrumentalização secundária (C5), na qual decisões técnicas são mediadas por estruturas sociais mais amplas.

O momento mais denso do encontro ocorre na discussão sobre a democratização da tecnologia, na qual as contradições tornam-se mais explícitas e estruturantes. A partir do exemplo da mudança nas práticas obstétricas, os participantes reconhecem que "*houve uma influência da sociedade no desenvolvimento de uma técnica [...] agora os pais podem participar*" (ESTUDANTE 1, Encontro 5, transcrição), evidenciando a compreensão de que sistemas técnicos podem ser reconfigurados por demandas sociais. Essa leitura está em consonância com a proposta de Feenberg de racionalização democrática, que defende a ampliação da participação social nas decisões tecnológicas (Feenberg, 2015). No entanto, ao problematizar a viabilidade dessa democratização, os discursos assumem um caráter ambivalente, como na afirmação de que "*democratizar totalmente tudo é ser utópico [...] mas em alguns aspectos eu acredito que é possível*" (ESTUDANTE 5, Encontro 5, transcrição). De modo semelhante, outro participante aponta limites estruturais, destacando que "*não tem políticas públicas suficientes de permanência [...] 700 pilas não é o suficiente*" (ESTUDANTE 2, Encontro 5, transcrição).

Essas falas evidenciam uma tensão relevante: a democratização é afirmada como horizonte necessário, mas também reconhecida como processo limitado pelas condições concretas de participação, acesso e apropriação social da tecnologia. Não se trata de uma contradição como simples incoerência, mas de uma compreensão ainda em elaboração sobre a distância entre o ideal democrático e sua efetivação material. Os licenciandos parecem reconhecer que a participação social nas decisões tecnológicas exige mais do que acesso às ferramentas, envolvendo formação, domínio mínimo dos sistemas técnicos, possibilidade de intervenção nos espaços decisórios e superação de desigualdades institucionais. Assim, à luz da categoria C3 – Democratização da Tecnologia, o debate indica que os participantes começam a compreender a democratização como problema político e formativo, embora ainda sem aprofundar plenamente as estruturas econômicas e institucionais que restringem essa participação (Feenberg, 2015).

Essa tensão se desdobra na proposição da "tradução" como estratégia de democratização, entendida como a necessidade de "transpor ciência e tecnologia para as pessoas leigas". Nesse contexto, o papel docente é ressignificado, sendo concebido como

mediação entre o conhecimento técnico e a sociedade. Tal compreensão aproxima-se da perspectiva da TCT ao reconhecer que a transformação dos sistemas técnicos passa pela ampliação do acesso e da participação. Contudo, essa proposta é tensionada pelos próprios participantes ao ampliarem a discussão para além do âmbito pedagógico, como na fala:

> "*o único problema que eu tive é que, falando sobre democratização, eu não acredito que essa parte ainda seja o grande empecilho no caminho da democratização [...] pensando no ensino superior, uma coisa que falta muito é uma política que alcance, sabe? E é muito difícil, é muito complexo*" (ESTUDANTE 3, Encontro 5, transcrição).

Essa colocação evidencia que, embora a tradução dos conteúdos seja reconhecida como elemento importante, ela não é compreendida como suficiente para promover a democratização da ciência e da tecnologia, deslocando a análise para fatores estruturais mais amplos, como políticas públicas e condições materiais de acesso e permanência. Dessa forma, a contradição não enfraquece a argumentação dos licenciandos, mas sinaliza um avanço analítico, na medida em que passam a situar o papel docente dentro de um conjunto mais complexo de determinações sociais, evitando reduções simplificadoras do processo de democratização.

Dessa forma, a análise do encontro evidencia que as tensões identificadas articulam diferentes categorias, especialmente neutralidade tecnológica (C1), ambivalência tecnológica (C2), democratização da tecnologia (C3) e valores e pressupostos técnicos (C4), sem que se configurem como inconsistências isoladas. Sob a lógica analítica do estudo de caso, conforme Yin (2016), tais tensões constituem evidências particularmente relevantes, pois permitem apreender o fenômeno em sua complexidade, evidenciando um processo dinâmico e não linear, no qual os licenciandos transitam entre diferentes posições interpretativas. À luz da TCT (Feenberg, 2015), esse movimento ganha densidade ao explicitar a tecnologia como um campo de disputa sociotécnica, no qual decisões técnicas se articulam a interesses econômicos, valores culturais e condições materiais de participação.

4.3.6 Encontro 6

O sexto encontro deu continuidade ao percurso formativo com foco na discussão das IA contemporâneas, tomando como ponto de partida a análise de uma notícia que apresentava um sistema de inteligência artificial caracterizado por estratégias de interação personalizada e engajamento afetivo. A leitura inicial da notícia sobre o lançamento da Ani, uma IA

programada para interações sociais afetivas, foi utilizada como disparador para o debate, orientando os licenciandos a refletirem sobre as implicações sociais, culturais e comportamentais desse tipo de tecnologia, especialmente no que se refere à possibilidade de desenvolvimento de vínculos emocionais com sistemas artificiais. Esse momento inicial mobilizou diretamente as categorias de valores e pressupostos técnicos (C4), ao evidenciar a intencionalidade no *design* dessas tecnologias, bem como transformação da vida cotidiana (C6) e impactos sociais e culturais (C7), ao situar tais sistemas no contexto das relações humanas mediadas por tecnologia.

Na sequência, o encontro foi estruturado em torno da leitura e discussão do artigo de Cardoso et al. (2023), que apresenta a IA como tecnologia amplamente difundida em diferentes setores e com potencial significativo na educação, ao mesmo tempo em que aponta desafios relacionados à dependência, privacidade e uso crítico dessas ferramentas. A dinâmica adotada consistiu em uma discussão aberta, na qual os licenciandos foram convidados a relacionar o conteúdo do texto com o debate inicial, articulando percepções sobre riscos, potencialidades e limites do uso da inteligência artificial no contexto educacional.

O debate inicial evidencia o reconhecimento de que as tecnologias digitais contemporâneas não operam de forma neutra (C1), sendo estruturadas a partir de objetivos específicos que orientam a interação dos usuários. Ao discutirem o funcionamento da IA apresentada na notícia, os licenciandos destacam que tais sistemas são projetados para maximizar o engajamento, mobilizando elementos afetivos e comportamentais que ultrapassam a lógica instrumental tradicional.

> "*Só é bizarro o quão bizarro que o (responsável) fez com que as pessoas começassem a ter dependência de algo não real, sabe? A gente está falando de inteligências artificiais, né? A gente já dá o nome artificial.*" (ESTUDANTE 2, Encontro 6, transcrição)

Essa fala evidencia a percepção de que a tecnologia pode atuar diretamente na constituição de vínculos e comportamentos, deslocando-se da condição de ferramenta para um elemento ativo na mediação das relações sociais, o que se articula às categorias de transformação da vida cotidiana (C6) e impactos sociais e culturais (C7), ao indicar possíveis efeitos na forma como os sujeitos estabelecem relações mediadas por sistemas artificiais. Destacamos a fala abaixo:

> "*E mostra também que ele é tecnocrata de carteirinha. Ele vestiu a camiseta e está implementando tudo para que a sociedade se torne totalmente tecnocrata. Dependente da tecnologia.*" (ESTUDANTE 3, Encontro 6, transcrição)

Essa colocação introduz explicitamente a dimensão política associada ao desenvolvimento tecnológico, ao caracterizar a tecnologia como elemento estruturante de uma organização social orientada pela centralidade do conhecimento técnico. Tal compreensão articula-se à categoria de democratização da tecnologia (C3), na medida em que problematiza quem detém o controle e a capacidade de decisão sobre os sistemas técnicos, e aos valores e pressupostos técnicos (C4), ao evidenciar que tais sistemas incorporam determinadas visões de mundo e formas de organização social. Ao apontar para uma sociedade "dependente da tecnologia", a fala também se relaciona com os impactos sociais e culturais (C7), indicando que o avanço tecnológico não apenas introduz novas ferramentas, mas reconfigura relações sociais, formas de participação e distribuição de poder. Esse movimento é aprofundado quando os licenciandos ampliam a análise para outras plataformas digitais, reconhecendo padrões semelhantes de funcionamento. Analisemos o trecho abaix:

> "*As pessoas ficam horas numa rede social, num Instagram, num TikTok da vida, mas não sabem que quem controla aquilo ali, o que elas estão vendo, é uma inteligência artificial.*" (ESTUDANTE 4, Encontro 6, transcrição)

Aqui se evidencia a compreensão de que os sistemas tecnológicos operam por meio de estruturas que não são transparentes aos usuários, o que se articula à categoria de instrumentalização secundária (C5), na qual decisões técnicas são mediadas por interesses e estruturas externas. Ao mesmo tempo, reforça-se a crítica à neutralidade tecnológica (C1), ao reconhecer que tais sistemas são orientados por objetivos específicos, como retenção de atenção e engajamento contínuo.

Esse entendimento é aprofundado quando os licenciandos reconhecem que a IA não se limita a funcionalidades isoladas, mas passa a compor práticas culturais e dinâmicas sociais mais amplas, integrando-se de forma difusa ao cotidiano dos sujeitos, o que se articula diretamente à categoria de transformação da vida cotidiana (C6). Ao indicar que essas tecnologias já se encontram incorporadas às dinâmicas sociais contemporâneas, a discussão também evidencia seus impactos sociais e culturais (C7), na medida em que tais sistemas passam a influenciar modos de interação, consumo de informação e produção de sentido no interior da cultura digital.

A transição para a discussão do texto acadêmico introduz uma tensão importante, na medida em que a IA passa a ser analisada também a partir de suas potencialidades educacionais. O artigo destaca que a IA pode atuar como ferramenta de personalização da

aprendizagem, automatização de tarefas e ampliação do acesso ao conhecimento, o que é retomado pelos licenciandos ao discutirem possíveis aplicações pedagógicas.

Entretanto, essa perspectiva é tensionada quando alguns participantes explicitam dificuldades em pensar formas concretas de utilização dessas tecnologias no contexto da sala de aula, como na colocação de que "*não tenho nenhuma ideia de como usar dentro da sala de aula*" (ESTUDANTE 2, Encontro 6, transcrição). Essa fala evidencia um descompasso entre as potencialidades atribuídas à IA e sua operacionalização pedagógica, indicando limites práticos que se articulam à categoria de automação e o papel docente (C8), na medida em que o uso efetivo dessas tecnologias demanda não apenas acesso, mas também condições de mediação pedagógica que nem sempre estão disponíveis ou consolidadas. Isso também pode ser explorado como um aspecto relacionado a um professor em formação, no qual ainda se organizam as ações e organizações da prática docente.

Nesse contexto, a IA é frequentemente compreendida como ferramenta de apoio ao ensino, aproximando-se da lógica de instrumentalização primária (C5), na qual a tecnologia é utilizada como meio para atingir objetivos previamente definidos, sem necessariamente alterar as estruturas da prática pedagógica. Veja abaixo, a fala do Estudante 1:

> "*A inteligência artificial ajuda, certo? Só que é como se fosse uma pedra bruta, você tem que ir lapidando conforme a tua necessidade. Você vai botando, vai pedindo... Faça uma aula quando eu fiz uma aula de quantidade de movimento. Apresente simulações sobre o assunto. Tem que ir dosando ela e para ela te entregar o que tu quer. Se fosse por ela, o que normalmente o pessoal faz, o pessoal escreve e está pronto. Mas não sabe analisar o que é a resposta que ela está te dando, né. E nas minhas aulas eu tento, vou tentar usar mais a parte instrumentalista. A criação de pista de exercício, simulação.*" (ESTUDANTE 1, Encontro 6, transcrição)

Essa formulação evidencia a centralidade da ação docente na mediação do uso da tecnologia, articulando-se à categoria de automação e o papel docente (C8). A IA não é compreendida como substituta do professor, mas como recurso que demanda interpretação, validação e direcionamento.

Esse entendimento é aprofundado quando os licenciandos apontam que a IA tende a operar a partir da reprodução de padrões mais recorrentes, como na afirmação de que "*a IA faz bem o básico [...] vai sempre reproduzir esse básico*" (ESTUDANTE 5, Encontro 6, transcrição). Essa percepção evidencia uma limitação associada ao funcionamento dessas tecnologias, articulando-se à categoria de ambivalência tecnológica (C2), na medida em que, ao mesmo tempo em que ampliam o acesso e a produção de conteúdos, também tendem a reforçar estruturas já consolidadas. Tal dinâmica se relaciona ainda aos valores e pressupostos

técnicos (C4), ao indicar que os resultados produzidos pela IA não são neutros, mas orientados por padrões previamente estabelecidos, o que pode impactar diretamente a diversidade de abordagens pedagógicas.

Entretanto, essa apropriação instrumental convive com a identificação de limitações no uso educacional da IA, especialmente no que se refere à autonomia dos estudantes e à qualidade das interações mediadas. Vejamos o trecho abaixo retirado das gravações do encontro:

> "*[...] teve algumas aulas que ele (preceptor do PIBID) fez trabalho de pesquisa com os alunos, que ele dá algumas perguntas no quadro e eles têm que pesquisar com o Chromebook e responder. Quando ele fez isso, o que eu percebi é que talvez a maioria dos alunos só colocam as perguntas no chatGPT e copiam a resposta. Esse foi um problema bem ruim que eu percebi nessas aulas.*" (ESTUDANTE 3, Encontro 6, transcrição)

Essa fala evidencia uma tensão entre as potencialidades apontadas no texto e as práticas observadas, articulando-se às categorias de transformação da vida cotidiana (C6) e impactos sociais e culturais (C7), ao indicar que a inserção da IA no contexto educacional, reconfigura práticas de estudo, podendo reduzir processos mais elaborados de construção do conhecimento. Nesse cenário, a atividade de pesquisa, tradicionalmente associada à busca, seleção e organização de informações, passa a ser mediada por sistemas que oferecem respostas prontas, deslocando o esforço cognitivo dos estudantes para etapas posteriores, como interpretação e validação, etapas que nem sempre são efetivamente mobilizadas. Esse fenômeno encontra respaldo em Farrokhnia et al. (2023), ao apontarem que o uso educacional da IA, embora possa favorecer acesso rápido à informação e apoio à aprendizagem, também pode estimular dependência, simplificação do processo de obtenção de respostas e redução do engajamento em habilidades cognitivas de ordem superior.

Ao longo do encontro, observa-se que a IA é compreendida simultaneamente como ferramenta de apoio, sistema de mediação e tecnologia com implicações sociais mais amplas, evidenciando a articulação entre diferentes categorias, em especial neutralidade tecnológica (C1), ambivalência tecnológica (C2), valores e pressupostos técnicos (C4), instrumentalização primária e secundária (C5), transformação da vida cotidiana (C6), impactos sociais e culturais (C7) e automação e o papel docente (C8). Sob a lógica analítica do estudo de caso (Yin, 2016), esses elementos constituem evidências para a compreensão do fenômeno, na medida em que revelam como os licenciandos mobilizam diferentes dimensões da tecnologia ao interpretar situações concretas que envolvem a IA em contextos não apenas educacionais, mas também sociais.

4.3.7 Encontro 7

O sétimo encontro desloca o foco das discussões predominantemente conceituais para a apresentação e problematização de práticas pedagógicas concretas, materializadas nos primeiros planos de aula elaborados pelos licenciandos. Diferentemente dos encontros anteriores, nos quais as categorias da TCT eram mobilizadas a partir de textos e situações hipotéticas, este momento possibilita observar como tais compreensões se expressam, ou não, na organização efetiva do ensino. A dinâmica consistiu na apresentação oral dos planos, seguida de comentários do formador e dos colegas, configurando um espaço de socialização e avaliação coletiva das propostas didáticas (Yin, 2016).

De modo geral, os planos apresentados pelos estudantes evidenciam um padrão na organização pedagógica estruturada em torno de três momentos: introdução, desenvolvimento e fechamento, frequentemente acompanhados de uma problematização inicial e de estratégias avaliativas centradas na participação dos estudantes. Num plano sobre óptica, por exemplo, observa-se a proposição de uma situação inicial voltada à investigação do fenômeno da cor, com o objetivo de "*gerar a problematização para essa aula: como podemos ver a cor dos objetos que estão em volta de nós*" (Atividade 4, Estudante 3). De forma semelhante, no plano sobre energia, a aula é estruturada a partir da questão "O que é energia?" (Atividade 4, Estudante 1), mobilizando exemplos cotidianos como forma de introdução ao conceito. Esses elementos indicam a presença de estratégias que buscam articular o conteúdo científico com situações do cotidiano, ainda que organizadas, em sua maioria, dentro de uma lógica expositiva.

Ao analisar individualmente as propostas, é possível identificar variações na forma como os licenciandos estruturam suas aulas e incorporam recursos didáticos. No caso do Estudante 1, responsável pela sequência sobre energia, observa-se uma organização sistemática do conteúdo ao longo de múltiplas aulas, com uso de exemplos práticos e atividades avaliativas contínuas. Durante a apresentação, o participante explicita que "*eu usei a inteligência artificial [...] para montagem das aulas e também para a formação dos questionários [...] e aí eu vou moldando através daquilo que foi criado pela inteligência artificia*l" (ESTUDANTE 1, Encontro 7, transcrição). Esse trecho indica o uso da IA como ferramenta de apoio ao planejamento. Esse uso, no entanto, não se estende diretamente à prática em sala de aula, permanecendo como recurso secundário na organização do ensino.

No plano elaborado pelo Estudante 2, voltado à eletrostática, destaca-se a preocupação com a compreensão conceitual dos estudantes, especialmente no que se refere à estrutura da matéria e aos processos de eletrização. Essa ênfase aparece articulada a uma tentativa de tornar inteligíveis fenômenos que não são diretamente observáveis, como evidenciado na fala do licenciando:

> "*então nessa primeira aula eu ia pegar alguma situação que a gente vê onde tem essa troca de cargas [...] e aí para ter alguma tecnologia eu coloquei aqui uma simulação do PET [...] aqui mostra bem essa ideia de não sair prótons dos corpos*" (ESTUDANTE 2, Encontro 7, transcrição).

A simulação, nesse caso, é mobilizada como recurso de visualização, permitindo representar interações invisíveis a olho nu, como a transferência de elétrons, a partir de uma interface acessível aos estudantes. No entanto, essa representação não se configura como uma transposição neutra do fenômeno físico, mas como uma forma de mediação que reorganiza a realidade segundo determinados critérios de inteligibilidade. Como argumenta Williams (2016), as tecnologias devem ser compreendidas como formas culturais, isto é, como estruturas que não apenas veiculam conteúdos, mas que participam ativamente da produção de sentidos e da organização da experiência social. Nessa perspectiva, a simulação opera uma seleção e uma estabilização de determinados aspectos do fenômeno, como a dinâmica da transferência de elétrons, enquanto outros são suprimidos ou tornados invisíveis, configurando uma forma específica de acesso ao conhecimento que articula dimensões técnicas, cognitivas e culturais. Esse movimento aproxima-se do que estudos em Ensino de Física e Ensino de Ciências têm apontado ao analisar o uso de modelos e simulações como processos de construção de representações. Macêdo, Dickman e Andrade (2012), ao discutirem simulações computacionais voltadas ao ensino de conceitos básicos de Eletricidade, destacam que tais recursos podem favorecer a visualização e a exploração de fenômenos abstratos, mas permanecem vinculados a modelos físico-matemáticos que simplificam o fenômeno representado e, por isso, demandam mediação docente. De modo convergente, Gilbert e Justi (2016) argumentam que modelos não devem ser tratados como cópias da realidade, mas como representações parciais, construídas para determinados fins explicativos, cuja validade depende dos objetivos, das idealizações e dos limites assumidos. Assim, ao mesmo tempo em que a simulação facilita a compreensão de interações microscópicas, ela também introduz recortes, pressupostos e estabilizações que precisam ser

explicitados pedagogicamente para que o estudante não confunda a representação com o próprio fenômeno.

Nesse sentido, investigações sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Ciências indicam que simulações computacionais possuem potencial para favorecer a aprendizagem de fenômenos abstratos, sobretudo por possibilitarem a visualização de processos não diretamente observáveis. Contudo, tais estudos também enfatizam que esse potencial depende de uma mediação pedagógica que problematize os limites dessas representações e evite sua naturalização como "espelhos" da realidade (Anjos, 2008). De modo semelhante, Heckler, Motta e Galiazzi (2014) destacam que o uso de artefatos digitais, como simulações e modelos computacionais, amplia as possibilidades de experimentação no ensino, mas exige a construção de espaços formativos que articulem dimensões técnicas e críticas, aproximando a prática docente das discussões teóricas sobre tecnologia.

Entretanto, a própria fala do licenciando revela uma incerteza quanto ao papel da tecnologia no planejamento didático, ao afirmar que "*não sabia muito bem se eu tinha que colocar em todas as aulas isso sempre que usar alguma tecnologia*" (ESTUDANTE 7, Encontro 7, transcrição). Esse aspecto indica que a inserção das tecnologias digitais não decorre de uma integração orgânica à proposta pedagógica, mas de uma tentativa de adequação a uma expectativa formativa, o que se reflete em seu uso pontual. Dessa forma, embora a simulação contribua para a explicação conceitual, sua presença não altera de maneira significativa a estrutura da aula, que permanece centrada na exposição dos conteúdos e na condução do professor, evidenciando uma apropriação das tecnologias predominantemente como recurso auxiliar, e não como elemento estruturante da prática pedagógica.

Por outro lado, no plano elaborado pelo Estudante 3, voltado à óptica, observa-se uma opção explícita pela não utilização de tecnologias digitais, sustentada por uma concepção acerca de sua função no ensino. Ao justificar sua escolha, o licenciando afirma:

> "*o uso de tecnologias nas aulas eu não vi muito sentido nessa parte de ótica porque é mais visual [...] até poderia usar alguma inteligência artificial para gerar algum modelo de chatbot [...] mas enfim, eu não utilizaria em óptica*" (ESTUDANTE 3, Encontro 7, transcrição).

Essa fala indica que a decisão não decorre da ausência de conhecimento sobre possíveis usos da tecnologia, mas de uma avaliação de sua pertinência em relação ao conteúdo, compreendido como suficientemente acessível por meio de recursos não digitais.

Nesse sentido, a tecnologia é mobilizada como possibilidade abstrata, inclusive com menção à IA, mas não é incorporada ao planejamento, uma vez que o fenômeno em questão é considerado "visual" por natureza. Assim, a aula é estruturada a partir de experimentos e exposição conceitual, priorizando a construção de um modelo explicativo a partir da problematização inicial, sem a mediação de recursos digitais, o que reforça uma compreensão da tecnologia orientada por sua funcionalidade imediata no processo de ensino.

Nos Planos elaborados pelos Estudantes 1, 4 e 5, observa-se o uso de tecnologias digitais mais tradicionais, como *slides* e projeções, frequentemente associados à organização e apresentação do conteúdo. No entanto, mesmo nesses casos, as falas dos licenciandos indicam que tais recursos são compreendidos predominantemente como suporte à prática docente, e não como elementos que transformam a dinâmica da aula. Essa compreensão pode ser observada quando um dos participantes afirma que a tecnologia "*vai ser tipo uma base e eu vou moldando a aula a cada situação*" (ESTUDANTE 4, Encontro 7, transcrição), sugerindo que o controle sobre o processo permanece centrado na ação do professor. Dessa forma, ainda que presentes em parte significativa dos planos, as tecnologias digitais são mobilizadas de maneira instrumental, integrando-se às práticas já estabelecidas sem promover alterações mais profundas na organização do ensino.

Considerando o conjunto das propostas, observa-se que, entre os licenciandos que apresentaram seus planos, a maioria faz uso de algum tipo de tecnologia digital, ainda que de forma limitada e predominantemente instrumental. Em termos mais específicos, identifica-se a presença de tecnologias digitais em aproximadamente dois terços dos planos analisados, sobretudo na forma de *slides*, simulações computacionais ou plataformas de apoio. No entanto, o uso de IA aparece de maneira explícita em apenas um dos casos, restrito ao planejamento das aulas, sem integração direta às atividades desenvolvidas com os estudantes.

Além disso, emergem nas falas dos licenciandos elementos que evidenciam as condições concretas de planejamento e inserção no contexto escolar. Em determinado momento, um dos participantes afirma: "*eu não sei muito bem [...] o que ele* (o professor titular) *já deu pra eles [...] fiquei um pouco perdido nisso*" (ESTUDANTE 6, Encontro 7, transcrição), indicando dificuldades relacionadas à articulação entre o planejamento das aulas e o histórico da turma. Esse tipo de situação revela que a elaboração dos planos não ocorre em condições ideais, sendo atravessada por limitações contextuais que influenciam diretamente as decisões pedagógicas.

Cabe destacar que, no encontro voltado à apresentação dos planos de aula, a tecnologia apareceu de forma explícita em parte das propostas, mas não se converteu em foco

de problematização mais aprofundada. Considerando os cinco planejamentos efetivamente apresentados[10], quatro deles mobilizaram algum tipo de tecnologia digital, como *slides*, projetor multimídia, simulações computacionais ou plataformas *online*, e, dois estudantes explicitaram o uso de IA na elaboração de aulas ou atividades ao longo das apresentações, mas apenas um registrou esse uso no plano entregue. Ainda assim, essa presença não foi acompanhada de discussões consistentes sobre os pressupostos técnicos, condicionamentos pedagógicos ou implicações sociais dessas tecnologias. De modo geral, os recursos digitais apareceram como apoio à exposição de conteúdos, à organização do planejamento ou à produção de materiais, mantendo-se em um nível predominantemente instrumental. Esse resultado encontra respaldo em discussões da literatura sobre formação docente e tecnologias digitais, como defendido por Selwyn (2016), que apontam que a incorporação inicial das TDIC tende a ocorrer de forma operacional e funcional, sem que isso implique, automaticamente, reflexão crítica sobre os valores inscritos no *design* ou sobre as formas de mediação produzidas por esses artefatos.

Essa tendência também tem sido observada em estudos no campo da formação de professores de Ciências, nos quais a inserção inicial de tecnologias digitais ocorre predominantemente como apoio à organização do ensino e à exposição de conteúdos, sem necessariamente implicar mudanças estruturais na prática pedagógica. Em uma revisão sobre o uso de simulações e recursos digitais no ensino de Física, Araújo e Veit (2004) indicam que, embora tais tecnologias ampliem as possibilidades didáticas, seu uso frequentemente permanece atrelado a modelos tradicionais de ensino, funcionando como complemento à explicação do professor. De modo semelhante, pesquisas sobre integração de tecnologias digitais na formação docente apontam que a apropriação crítica desses recursos demanda processos formativos mais longos e intencionais, nos quais os professores possam refletir sobre os condicionantes pedagógicos, epistemológicos e sociais envolvidos no uso dessas ferramentas (Koehler; Mishra, 2009). Assim, os dados observados neste encontro alinham-se a um padrão já identificado na literatura, no qual a presença da tecnologia não se traduz automaticamente em transformação das práticas, mas tende a ser inicialmente incorporada de forma funcional e progressivamente reconfigurada ao longo de processos formativos mais aprofundados.

Sob a ótica das categorias analíticas, esse movimento aproxima-se especialmente da categoria C5 - Instrumentalização Primária e Secundária, uma vez que a tecnologia foi

[10] Dois trabalhos não foram apresentados neste encontro por motivos pessoais dos participantes, por isso foram analisados apenas na seção 4.2.3.

mobilizada majoritariamente como recurso funcional, sem que se observasse deslocamento mais consistente para a análise de suas mediações sociais e pedagógicas. Também se articula à categoria C1 - Neutralidade da Tecnologia, pois, mesmo quando presentes, os recursos digitais foram tratados em grande medida como instrumentos disponíveis para facilitar o trabalho docente, sem relativização mais elaborada de seus limites, orientações ou valores incorporados. Esse aspecto pode ser observado, por exemplo, quando um dos licenciandos afirma que "*o uso de tecnologias nas aulas eu não vi muito sentido nessa parte de ótica porque é mais visual [...] até poderia usar alguma inteligência artificial [...] mas eu não utilizaria*" (ESTUDANTE 4, Encontro 7, transcrição), indicando que a decisão sobre o uso da tecnologia foi guiada principalmente por critérios de funcionalidade imediata. Em outro caso, ao comentar o uso de IA no planejamento, um participante afirma que "*eu usei a inteligência artificial [...] para montagem das aulas [...] e aí eu vou moldando através daquilo que foi criado pela inteligência artificial*" (ESTUDANTE 2, Encontro 7, transcrição), o que revela seu uso como apoio ao planejamento, mas sem desenvolvimento mais aprofundado acerca de seus condicionantes ou implicações. Assim, o encontro evidencia que, embora a maioria dos licenciandos tenha incorporado algum tipo de tecnologia digital em suas propostas, essa incorporação ocorreu majoritariamente de forma operacional, sem discussão crítica mais consistente sobre a tecnologia enquanto fenômeno sociotécnico.

4.3.8 Encontro 8

O oitavo encontro muda o foco do planejamento pedagógico para a experimentação do uso de IA em contexto educacional. Realizado de forma presencial, o encontro foi estruturado como uma oficina, na qual os licenciandos foram convidados a explorar diferentes possibilidades de uso da IA, especialmente em sua dimensão instrumental, envolvendo a geração de textos, imagens, códigos e simulações voltadas à construção de materiais didáticos. Para isso, os participantes foram organizados em duplas, sendo cada grupo responsável por desenvolver um produto específico: lista de exercícios, imagem para problema físico, gráfico em Python ou simulação em HTML, CSS e JavaScript, todos com potencial de aplicação nas regências.

A oficina foi precedida por uma discussão inicial sobre o uso contemporâneo e cotidiano da IA, na qual emergem percepções relacionadas tanto à sua difusão quanto às formas de apropriação pelos usuários. Nesse momento, um dos participantes observa que: "*a gente vai melhorando a nossa pergunta, né? A gente vai impressionando ela, vai*

especificando mais, vai colocando mais detalhe, e aí ele vai aprofundando cada vez mais na resposta" (ESTUDANTE 2, Encontro 8, transcrição). Esse trecho indica uma compreensão da interação com a IA como um processo repetitivo, no qual a qualidade das respostas está diretamente relacionada à forma como as solicitações são elaboradas.

Essa percepção é complementada por outra colocação, na qual se afirma que: "*ao se utilizar de artefatos de inteligência artificial não se elimina a necessidade de pensar, muito pelo contrário, a gente precisa saber interpretar, criar e refletir sobre o que está sendo produzido*" (ESTUDANTE 3, Encontro 8, transcrição). Essa fala evidencia uma compreensão de que a IA não substitui o sujeito, mas exige sua atuação ativa no processo. Nesse sentido, a interação com a IA passa a ser compreendida não como um ato de delegação automática de tarefas, mas como um processo que demanda interpretação, formulação e avaliação contínua por parte do usuário, articulando-se à dinâmica interativa observada no encontro, na qual a qualidade das respostas depende da capacidade de contextualizar, especificar e revisar os comandos. Tal movimento dialoga com a categoria C8 – Automação e Papel Docente, na medida em que indica que, mesmo em contextos de uso de sistemas automatizados, a agência humana permanece central, sendo reconfigurada, mas não eliminada, no processo de mediação tecnológica (Feenberg, 2015). Ao mesmo tempo, essa interação evidencia a categoria C4 – Valores e Pressupostos Técnicos, pois explicita que os resultados produzidos pela IA estão condicionados a parâmetros e escolhas incorporados ao sistema, exigindo do usuário a capacidade de reconhecer e problematizar tais condicionantes.

Essa reconfiguração pode ainda ser compreendida à luz da categoria C5 – Instrumentalização Primária e Secundária. Enquanto o uso da IA como geradora automática de respostas tende a simplificar e delegar tarefas (instrumentalização primária), o uso consciente e repetitivo, envolvendo revisão, ajuste e avaliação crítica, aponta para formas mais complexas de reapropriação do artefato técnico (instrumentalização secundária) (Feenberg, 2002). Nesse contexto, a utilização da IA não implica a redução do trabalho cognitivo, mas sua redistribuição, exigindo novas formas de engajamento intelectual por parte dos licenciandos, especialmente no que se refere à análise, interpretação e tomada de decisão.

Esse resultado encontra respaldo em Cardoso et al. (2023), ao indicarem que a IA pode automatizar tarefas repetitivas e ampliar possibilidades de personalização, acesso e análise de dados, mas sem dispensar a ação pedagógica humana. Os autores destacam que a mera adoção da IA não garante protagonismo discente nem construção crítica do conhecimento, pois seu uso depende de orientação, estímulo e intencionalidade educativa. Nesse sentido, a relação com a Tarefa 2 torna-se mais precisa: o esforço cognitivo dos

licenciandos não desaparece diante da resposta automatizada, mas é deslocado para a formulação dos comandos, a avaliação da pertinência das respostas, o refinamento das solicitações e a decisão sobre o que pode ou não ser incorporado ao planejamento didático. Assim, a IA aparece menos como substituta da atividade intelectual e mais como artefato cuja produtividade exige mediação crítica, reforçando a centralidade da instrumentalização secundária na reapropriação pedagógica dos sistemas generativos.

A partir desse ponto, passamos a enfatizar explicitamente a construção de *prompts* como elemento central para o uso consciente da IA no EF. Foi destacado que a elaboração do *prompt* envolve um conjunto de etapas articuladas, que orientam a qualidade das respostas obtidas, podendo ser organizadas da seguinte forma:

1. Contextualizar: Descreva, com o maior detalhamento possível, o contexto da solicitação, incluindo o nível de ensino a que a atividade se destina, os objetivos pedagógicos pretendidos e os conceitos específicos que deverão ser abordados.
2. Entender: Garanta que a IA entenda os limites daquilo que você pede e confira se não há informações inventadas ou desvios em relação ao solicitado.
3. Solicitar: Solicite o que você deseja, trazendo tanto características físicas quanto subjetivas, especificando formato, estrutura, linguagem e nível de complexidade do produto esperado.
4. Corrigir: Confira os conceitos e as funcionalidades do produto entregue; seja o mais específico que puder ao explicar erros, ajustando progressivamente as instruções.

Nesse processo, foi apontado que eventuais limitações nos resultados não decorrem necessariamente da ferramenta, mas da forma como as solicitações são estruturadas, exigindo do usuário um movimento contínuo de revisão, teste e aprimoramento das instruções fornecidas. Dessa maneira, a interação com a IA é compreendida como um processo iterativo, no qual a qualidade do produto final depende diretamente da capacidade de especificação e análise por parte do usuário.

No desenvolvimento da oficina, essa lógica se materializa na orientação dada aos estudantes para que estruturassem suas interações com a IA a partir das etapas previamente discutidas, iniciando pela contextualização detalhada do problema, dos objetivos e dos conceitos envolvidos, de modo a reduzir ambiguidades e direcionar a resposta do sistema. Em seguida, foi enfatizada a necessidade de verificar se a IA havia compreendido corretamente os limites do que foi solicitado, antes de avançar para a geração do produto final, garantindo que não houvesse desvios ou informações inadequadas. A etapa de solicitação foi compreendida como um momento de especificação cuidadosa das características do material desejado,

incluindo aspectos formais e funcionais, enquanto a correção envolvia a análise crítica dos resultados obtidos, com ajustes progressivos nas instruções fornecidas.

Esse processo também evidenciou o reconhecimento de limitações técnicas por parte dos próprios licenciandos, que passaram a mobilizar a IA como suporte para explicitar parâmetros e elementos técnicos que não dominam. Ao discutir a geração de imagens, por exemplo, é explicitado que "*eu não tenho noções técnicas de fotografia, então quando solicitar ela vai dar uma lista de configurações muito específicas que originalmente eu nem sabia que existiam*" (PESQUISADOR, Encontro 8, transcrição), indicando que a ferramenta passa a operar como mediadora na tradução de conhecimentos especializados. No entanto, essa mediação não elimina a necessidade de compreensão por parte do usuário, uma vez que o próprio processo de construção do *prompt* exige a identificação prévia de categorias relevantes, como o tipo de imagem, o nível de abstração e o objetivo didático. Essa dinâmica aproxima-se da ideia de que os sistemas técnicos não operam de forma autônoma, mas dependem de decisões e seleções humanas que orientam seus resultados (Feenberg, 2015).

Ao mesmo tempo, as discussões evidenciam que a escolha das ferramentas não é neutra, mas condicionada pelas possibilidades concretas do contexto escolar. A opção pelo uso de HTML, por exemplo, é justificada por sua viabilidade prática, uma vez que esse tipo de recurso pode ser executado diretamente no navegador, sem exigir instalação de *softwares* adicionais, criação de contas institucionais ou acesso a plataformas específicas. Essa decisão revela uma articulação entre conhecimento técnico, intencionalidade pedagógica e condições materiais de uso, indicando que a integração da tecnologia ao ensino não depende apenas de suas funcionalidades abstratas, mas também de sua compatibilidade com a infraestrutura disponível, com o tempo de aula, com os dispositivos acessíveis aos estudantes e com as possibilidades reais de mediação docente.

Esse resultado aproxima-se da discussão de Leonel, Vidmar e Pastorio (2021), ao indicarem que a integração das TDIC ao Ensino de Física não se reduz à escolha e ao uso de recursos tecnológicos, mas envolve a articulação entre o potencial das ferramentas, os saberes docentes e as estratégias didático-metodológicas construídas em contexto. Nesse sentido, a decisão pelo HTML pode ser interpretada como tentativa de adequação sociotécnica da ferramenta às condições concretas da escola, pois o critério de escolha não se limita à sofisticação tecnológica, mas considera sua possibilidade efetiva de uso pedagógico. A tecnologia, portanto, não aparece apenas como recurso disponível, mas como artefato cuja pertinência depende de sua inserção em uma situação educativa específica, marcada por limites de infraestrutura, acessibilidade, domínio técnico e finalidade didática. Essa leitura

também reforça a categoria C5 – Instrumentalização Primária e Secundária, pois evidencia que os licenciandos não apenas utilizam a tecnologia em sua função operacional, mas começam a reconfigurá-la segundo as exigências do contexto escolar.

Durante a atividade em duplas, os licenciandos passam a experimentar as possibilidades e limitações dessas ferramentas, evidenciando uma compreensão progressivamente complexa de seu funcionamento. Em um dos momentos, ao discutir a geração de simulações, um dos participantes destaca que o processo permitiu perceber "*o quão rápido foi [...] a gente pediu [...] e ele fez aquela primeira versão*" (ESTUDANTE 1, Encontro 8, transcrição), evidenciando a percepção da IA como ferramenta de alta produtividade. No entanto, essa mesma experiência é tensionada quando se reconhece que os resultados obtidos não são imediatamente utilizáveis em contexto escolar, sendo apontado que "*tem vários problemas pra gente poder levar pra aula propriamente [...] não dá*" (ESTUDANTE 6, Encontro 8, transcrição). Essa coexistência entre potencial e limitação, explicita o caráter ambivalente da tecnologia, na medida em que sua eficiência na geração de conteúdos não garante sua adequação pedagógica. Tal ambivalência não deve ser compreendida como uma contradição circunstancial, mas como uma característica constitutiva dos sistemas tecnológicos, que articulam simultaneamente possibilidades de ampliação da ação humana e limites impostos por seus próprios modos de funcionamento. No contexto educacional, essa tensão se manifesta quando ferramentas de alta produtividade, como as IA generativas, oferecem respostas rápidas e estruturalmente organizadas, mas não necessariamente alinhadas às necessidades didáticas, às especificidades dos estudantes ou aos objetivos de aprendizagem. Essa condição reforça a compreensão de que o valor pedagógico da tecnologia não está dado em sua funcionalidade intrínseca, mas depende das formas pelas quais ela é apropriada, mediada e integrada a práticas concretas de ensino. Como argumenta Selwyn (2016), as tecnologias educacionais não produzem efeitos pedagógicos positivos de maneira automática, pois seus sentidos e resultados dependem dos contextos sociais, institucionais e escolares em que são utilizadas. Nesse caso, a escolha pelo HTML evidencia uma decisão situada, orientada não apenas pela capacidade técnica da ferramenta, mas por sua viabilidade efetiva no ambiente escolar.

Além disso, estudos recentes sobre o uso de IA na educação indicam que a facilidade de geração de conteúdos pode levar a uma percepção inicial de eficiência que, quando confrontada com a prática pedagógica, revela limitações relacionadas à precisão conceitual, à contextualização e à adequação didática dos materiais produzidos (Cardoso et al., 2023). Nesse sentido, a experiência relatada pelos licenciandos evidencia um deslocamento: da

valorização da rapidez e automação para uma problematização das condições de uso pedagógico, aproximando-se da categoria C2 – Ambivalência Tecnológica. Tal movimento indica que a compreensão da tecnologia começa a incorporar não apenas suas potencialidades, mas também seus limites, reconhecendo que a incorporação crítica de ferramentas digitais exige processos de avaliação, adaptação e mediação docente que não podem ser substituídos pela eficiência técnica do sistema.

Essa tensão é aprofundada na análise coletiva dos materiais produzidos, especialmente quando se evidencia que a IA não compreende o que se deseja produzir, mas opera a partir das instruções fornecidas. Ao discutir a geração de imagens, é ressaltado que o sistema "*já sabe a teoria [...] o que ele não sabia era que tipo de imagem tu quer*" (ESTUDANTE 3, Encontro 8, transcrição), indicando que o conhecimento conceitual disponível não é suficiente para garantir a adequação do produto final. Nesse sentido, o processo de produção com IA passa a ser compreendido como uma construção iterativa, na qual o usuário precisa especificar, testar e corrigir continuamente suas solicitações. Essa dinâmica reforça a centralidade da ação humana na orientação do sistema técnico, deslocando a compreensão da IA de uma ferramenta autônoma para um meio que depende da intervenção ativa do usuário.

Dessa forma, a análise do encontro evidencia que o uso da IA no contexto educacional não se reduz à geração automática de conteúdos, mas envolve um processo complexo de interação, no qual a qualidade dos resultados está diretamente relacionada à capacidade do usuário de formular, interpretar e revisar suas solicitações. Observa-se que a IA opera como uma ferramenta em potencial para a criação de materiais didáticos, permitindo a produção rápida de diferentes tipos de recursos, mas que essa potencialidade é tensionada por limitações técnicas e pela necessidade de mediação docente. Farrokhnia et al. (2023) indicam que ferramentas como o ChatGPT podem ampliar o acesso à informação, favorecer respostas personalizadas e reduzir a carga de trabalho docente, tornando determinadas tarefas educacionais mais eficientes. Contudo, os autores também destacam limitações relevantes, como a ausência de compreensão profunda, a dificuldade de avaliar a qualidade das respostas, o risco de vieses e a possibilidade de enfraquecimento de habilidades cognitivas de ordem superior. Nesse sentido, a aparente eficiência dessas ferramentas não elimina o trabalho docente, mas desloca sua centralidade para atividades de validação, curadoria e recontextualização dos conteúdos produzidos.

Nesse sentido, a aparente eficiência dessas ferramentas não elimina o trabalho docente, mas desloca sua centralidade para atividades de validação, curadoria e recontextualização dos conteúdos produzidos. Esse deslocamento é pedagogicamente

relevante porque a produção automatizada de materiais não garante, por si só, sua pertinência conceitual, adequação didática ou coerência com os objetivos formativos da aula. Cabe ao professor interpretar o que foi gerado, identificar possíveis simplificações, corrigir imprecisões, selecionar aquilo que é aproveitável e adaptar o material às condições concretas da turma, do conteúdo e da proposta pedagógica. Assim, a IA pode acelerar etapas iniciais de elaboração, mas não substitui o julgamento profissional necessário para transformar uma resposta algorítmica em recurso didático significativo. A mediação docente, portanto, deixa de se concentrar apenas na produção direta do material e passa a envolver decisões críticas sobre o que validar, modificar, rejeitar ou reorganizar, reforçando que o uso educacional da IA depende de intencionalidade pedagógica e não apenas de competência técnica (Cardoso et al., 2023).

Além disso, essa dinâmica reforça a compreensão de que a tecnologia não atua de forma autônoma no processo educativo, mas como parte de um sistema de mediações que envolve sujeitos, práticas e contextos institucionais. Conforme argumenta Selwyn (2016), a incorporação de tecnologias digitais na educação não implica, por si só, inovação pedagógica, sendo frequentemente integrada às práticas existentes de maneira funcional e gradual.

Sob a lógica do estudo de caso (Yin, 2016), esses elementos permitem compreender o uso da IA como um processo em construção, no qual se articulam possibilidades e limitações, exigindo dos licenciandos não apenas habilidades técnicas, mas também capacidades de análise, avaliação e tomada de decisão no uso dessas tecnologias. Tal movimento encontra consonância com a compreensão da tecnologia como campo de mediações sociotécnicas, no qual seus efeitos não são determinados exclusivamente por suas funcionalidades, mas pelas formas como é apropriada, interpretada e integrada às práticas sociais (Feenberg, 2015).

4.3.9 Encontro 9

O nono encontro deu continuidade à oficina prática iniciada anteriormente e descrita brevemente no encontro 8, com ênfase no aprofundamento do uso de IA voltadas à automação da criação de materiais didáticos. Diferentemente do planejamento inicial, que previa a leitura de um texto sobre democratização das tecnologias, o encontro foi reorganizado para privilegiar atividades práticas, nas quais os licenciandos exploraram estratégias de contextualização das interações com sistemas de IA e o uso dessas ferramentas em articulação com linguagens de programação, especialmente por meio da geração de códigos em HTML, CSS e JavaScript.

Ao longo da atividade, os participantes foram incentivados a refinar suas solicitações, exercitar diferentes formas de interação com a IA e analisar os resultados obtidos, buscando compreender não apenas o funcionamento técnico das ferramentas, mas também suas possibilidades e limitações no contexto educacional. Nos momentos finais do encontro, foi realizada uma discussão coletiva com o objetivo de relacionar as experiências práticas desenvolvidas com os conceitos teóricos previamente estudados, promovendo uma articulação entre o uso das IA e os conceitos discutidos ao longo dos primeiros encontros, especialmente no que se refere às categorias analíticas aqui desenvolvidas.

A dinâmica do encontro manteve a lógica prática, com os estudantes organizados em duplas e orientados a desenvolver produtos que extrapolassem o uso convencional da IA, frequentemente associado à geração de textos. Nesse contexto, foi retomada a estrutura de elaboração de *prompts*, agora aplicada à criação de simulações complexas, envolvendo a manipulação de parâmetros e a construção de representações visuais de fenômenos físicos. Foi destacado que o processo deveria incluir não apenas a solicitação direta do produto, mas também a elaboração prévia de instruções técnicas mais refinadas, inclusive com a possibilidade de solicitar à própria IA a construção de um *prompt* inicial mais detalhado, a ser posteriormente analisado e ajustado pelos estudantes.

Durante a atividade, observou-se a continuidade do movimento já identificado no encontro anterior, no qual os licenciandos passam a compreender a interação com a IA como um processo iterativo de construção. Um dos participantes descreve essa dinâmica ao relatar que "*a gente pegava uma ideia inicial e ia lapidando aquela ideia [...] perguntando e ela lapidando*" (ESTUDANTE 7, Encontro 9, transcrição), evidenciando a compreensão da IA não como ferramenta de resposta imediata, mas como sistema que demanda refinamento progressivo. Essa percepção reforça a ideia de que o uso da tecnologia está diretamente vinculado à capacidade do usuário de orientar e transformar as respostas obtidas, deslocando o foco da ferramenta em si para o processo de interação estabelecido com ela. Nesse sentido, a interação com sistemas de IA pode ser compreendida como um processo de mediação cognitiva e técnica, no qual os resultados não são produzidos de forma autônoma pelo sistema, mas emergem da qualidade das instruções, das reformulações sucessivas e da capacidade do usuário de interpretar criticamente as respostas geradas. Tal dinâmica aproxima-se do que estudos sobre uso de tecnologias digitais na educação descrevem como processos de apropriação ativa, nos quais o sujeito deixa de operar como mero executor e passa a atuar como agente que organiza, seleciona e redefine os caminhos da atividade (Selwyn, 2016).

Além disso, essa mudança de foco evidencia que a eficiência técnica da ferramenta não elimina a necessidade de intervenção humana, mas a desloca para níveis mais complexos de tomada de decisão, envolvendo avaliação, curadoria e recontextualização dos conteúdos produzidos. Pesquisas recentes sobre o uso de IA generativas indicam que a qualidade dos resultados obtidos está diretamente associada à capacidade dos usuários de formular instruções precisas e revisar criticamente as saídas do sistema, reforçando a ideia de que tais tecnologias operam como sistemas interativos dependentes da mediação humana (Cardoso et al., 2023). Assim, o que se observa no encontro não é apenas o uso de uma ferramenta mais eficiente, mas a emergência de uma forma distinta de relação com a tecnologia, na qual o conhecimento é construído por meio de um processo iterativo de interação, interpretação e refinamento.

Ao mesmo tempo, emergem discussões que tensionam o uso da IA em dimensões mais amplas, especialmente no que se refere à confiabilidade das informações e à necessidade de posicionamento crítico frente às respostas geradas. Ao analisar o funcionamento de diferentes plataformas, é apontado que determinados sistemas podem reproduzir conteúdos sem modificação ou incorporar vieses específicos, como quando se observa que uma ferramenta vêm copiando de outra fonte ao citar a ferramenta "Grokpedia", variação da IA Grok©, que por vezes trouxe parágrafos idênticos aos encontrados no Wikipédia para um mesmo assunto. Essa constatação é aprofundada ao se discutir a possibilidade de manipulação de informações, sendo destacado que usuários menos atentos podem não perceber alterações sutis no conteúdo, o que exige uma postura mais ativa de verificação. Nesse sentido, foi enfatizada a importância de "*buscar a informação [...] buscar a transparência [...] ver de onde veio aquilo*" (PESQUISADOR, Encontro 9, transcrição), indicando a necessidade de uma relação mais crítica com os sistemas de IA.

Esse movimento também se articula com discussões sobre autoria e produção de conhecimento, especialmente ao problematizar o uso de conteúdos gerados ou reproduzidos por sistemas automatizados. Ao questionar a ausência de referência às fontes originais, um dos participantes aponta que "*houve uma pessoa por trás que fez um compilado daquelas informações [...] e essa pessoa não está sendo citada*" (ESTUDANTE 2, Encontro 9, transcrição), evidenciando a percepção de que o uso da IA envolve implicações éticas relacionadas à produção e circulação do conhecimento. Essa discussão amplia o escopo da análise, deslocando o foco do uso instrumental da tecnologia para suas implicações sociais e culturais. Ao problematizar questões como autoria, circulação de informações e ausência de referência às fontes originais, os licenciandos passam a reconhecer que o uso de sistemas de

IA não se limita à execução de tarefas, mas envolve processos mais amplos de produção, validação e legitimação do conhecimento. Nesse sentido, a tecnologia deixa de ser compreendida apenas como ferramenta de apoio e passa a ser interpretada como parte de um sistema sociotécnico que influencia diretamente as formas de construção e disseminação do saber, aproximando-se da categoria C7 – Impactos Sociais e Culturais. Essa interpretação pode ser aproximada de Şenyüz, Özgen e Oğuzcan (2025), ao identificarem que docentes universitários reconhecem possibilidades criativas e práticas no uso da GenAI, mas também expressam preocupações com imprecisões, conteúdos fabricados, vieses, perda de criatividade e questões de direitos autorais. No caso analisado, a preocupação do licenciando com a ausência de citação não se limita a uma exigência formal de referência, mas evidencia que os sistemas de IA podem obscurecer sujeitos, fontes e processos envolvidos na produção do conhecimento.

Além disso, ao problematizar a ausência de reconhecimento dos sujeitos envolvidos na produção dos conteúdos, a discussão mobiliza também a categoria C4 – Valores e Pressupostos Técnicos. A problematização não se limita, contudo, à ausência de citação, mas se amplia ao reconhecimento de que os sistemas de IA operam, muitas vezes, por reprodução direta de conteúdos previamente produzidos, como indicado ao se afirmar que "*ele tá literalmente copiando [...] a mesma frase que tá no Wikipédia*" (ESTUDANTE 2, Encontro 9, transcrição).

Esse conjunto de intervenções evidencia que o questionamento dos licenciandos incide tanto sobre a invisibilização dos sujeitos quanto sobre os próprios mecanismos de funcionamento do sistema, incluindo seleção, filtragem e reorganização das informações. Ao observar, por exemplo, que determinadas plataformas podem apresentar versões enviesadas dos conteúdos, influenciando a forma como figuras ou fatos são interpretados, os participantes indicam uma percepção emergente de que a tecnologia não apenas transmite informação, mas estrutura modos específicos de apresentação e legitimação do conhecimento. Nesse sentido, a discussão aproxima-se do conceito de código técnico (Feenberg, 2015), ao evidenciar que os sistemas de IA incorporam escolhas sociais que orientam seus *outputs*, deslocando a compreensão da tecnologia de um artefato funcional para um campo atravessado por disputas de poder, autoria e controle da informação.

Por fim, esse movimento também se articula com a categoria C3 – Democratização da Tecnologia, ao evidenciar que a participação social nos processos tecnológicos não depende apenas do acesso às ferramentas, mas da capacidade de compreender e questionar as estruturas que orientam seu funcionamento. A ausência de transparência nos sistemas de IA,

especialmente no que se refere às fontes utilizadas e aos critérios de seleção das informações, coloca desafios adicionais para a construção de uma relação crítica com a tecnologia, exigindo dos sujeitos uma postura ativa de investigação e verificação. Nesse sentido, a discussão observada no encontro indica um deslocamento, ainda que incipiente, em direção a uma compreensão mais crítica e situada da tecnologia, na qual seus usos são analisados em relação às suas implicações sociais, culturais e políticas.

No final do encontro, ao serem convidados a refletir sobre a formação realizada, os licenciandos mobilizaram diferentes elementos que indicam diferentes concepções sobre suas formas de interação com as tecnologias, ainda que de maneira não sistematizada. Em um dos momentos, ao descrever o uso da IA nas atividades desenvolvidas, um participante afirma que "*a gente pegava uma ideia inicial e ia lapidando aquela ideia [...] perguntando e ela lapidando*" (ESTUDANTE 2, Encontro 9, transcrição), evidenciando a compreensão da interação com a ferramenta como um processo progressivo de refinamento, distinto de um uso imediato e pontual. De forma complementar, outro participante destaca que "*quando a gente pede pra ela fazer uma prévia [...] eu posso pedir ajustes pontuais [...] e com esses ajustes a prévia faz um produto um pouco melhor*" (ESTUDANTE 4, Encontro 9, transcrição), indicando uma percepção da necessidade de revisão e intervenção contínua sobre os resultados gerados. Além disso, ao discutir dificuldades encontradas na produção de materiais, um terceiro participante aponta que "*a gente queria trazer [...] mas ele não sabia fazer gráfico [...] não sabia fazer [...] e agora a gente está entendendo mais*" (ESTUDANTE 5, Encontro 9, transcrição), sugerindo um reconhecimento tanto das limitações da ferramenta quanto da necessidade de maior domínio por parte do usuário.

Esses elementos, embora não configurem uma formulação explícita e sistematizada, indicam um deslocamento na forma como a IA é mobilizada, deixando de ser compreendida apenas como ferramenta de resposta imediata e passando a ser tratada como recurso que exige planejamento, avaliação e refinamento contínuo. Ao mesmo tempo, os comentários dos licenciandos evidenciam a ampliação das possibilidades percebidas de uso, especialmente no que se refere à criação de materiais didáticos, ainda que acompanhadas do reconhecimento de limites técnicos e operacionais que demandam mediação constante. Esse movimento encontra respaldo em estudos sobre integração de tecnologias na formação docente, especialmente na perspectiva do TPACK, ao indicarem que o uso pedagógico de recursos digitais não depende apenas do domínio técnico da ferramenta, mas da articulação entre conhecimento tecnológico, conhecimento pedagógico e conhecimento do conteúdo (Koehler; Mishra, 2009). No caso analisado, essa articulação aparece quando os licenciandos percebem que a IA pode contribuir

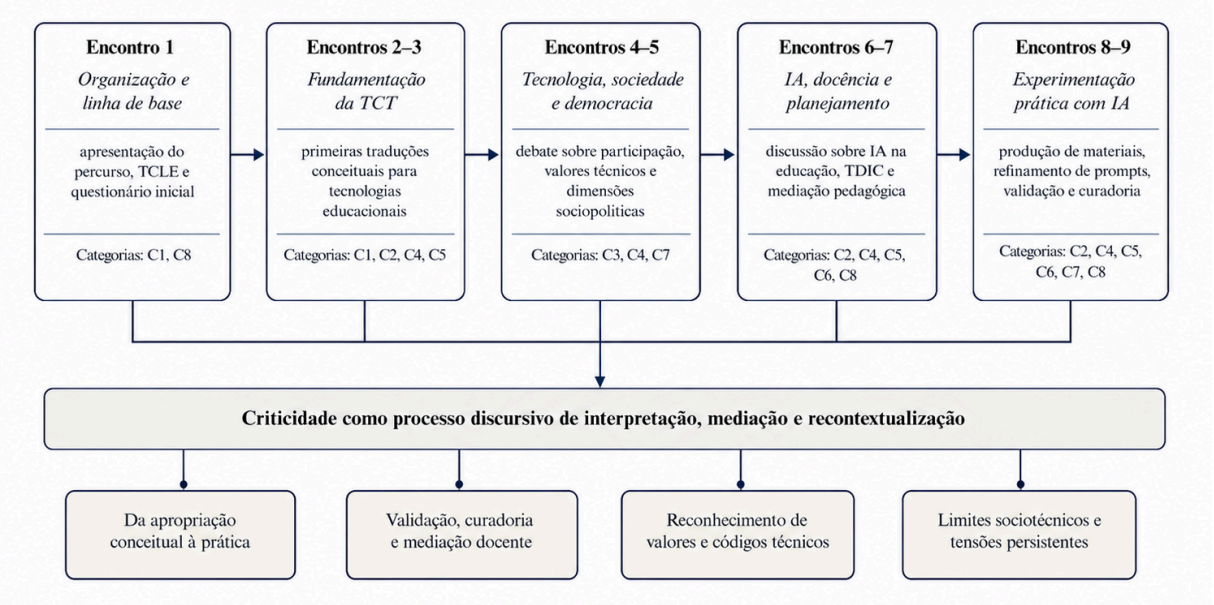
para a elaboração de materiais, mas que sua pertinência educacional depende da capacidade de formular solicitações adequadas, interpretar criticamente as respostas e ajustá-las aos objetivos da aula, ao conteúdo físico trabalhado e às condições concretas da turma.

Entretanto, é necessário evitar uma leitura excessivamente progressiva desse deslocamento. O fato de os participantes passarem a utilizar a IA de modo mais planejado não significa, por si só, consolidação de uma criticidade plena. O que se observa é um movimento intermediário: há maior familiaridade com a ferramenta e maior percepção da necessidade de revisão docente, mas ainda permanecem limites na problematização dos valores incorporados aos sistemas, das condições institucionais de uso e das implicações socioculturais da automação. Assim, a referência ao TPACK contribui para compreender a integração pedagógica da IA, enquanto as categorias da TCT permitem aprofundar a análise de suas tensões críticas. Nessa direção, o episódio fortalece principalmente a categoria C5 – Instrumentalização Primária e Secundária, ao indicar passagem de um uso funcional para formas de reapropriação pedagógica, e a categoria C8 – Automação e Papel Docente, ao evidenciar que a automação não elimina a mediação docente, mas reorganiza suas tarefas em torno da curadoria, validação e recontextualização dos materiais produzidos.

Dessa forma, a análise do encontro leva a acreditar que o processo formativo possa ter contribuído para a construção de uma compreensão mais complexa sobre o uso da IA no EF, na qual passam a se articular dimensões técnicas e pedagógicas. Observa-se indícios de que os licenciandos reconhecem tanto o potencial dessas ferramentas para a produção de recursos didáticos quanto os limites associados à sua utilização, especialmente no que se refere à confiabilidade das informações, à necessidade de verificação e às implicações éticas envolvidas. O encontro final permitiu interpretar esse movimento como parte de um processo mais amplo de apropriação da tecnologia, ainda em desenvolvimento, no qual diferentes dimensões se entrelaçam, sugerindo a compreensão da tecnologia como um campo de mediações que demanda posicionamento, decisão e responsabilidade por parte do sujeito que a utiliza (Feenberg, 2015).

Como forma de sintetizar os achados discutidos ao longo da seção 4.3, a Figura 5 organiza os encontros formativos em uma perspectiva processual e interpretativa. Seu objetivo não é substituir a análise individual dos encontros, mas explicitar visualmente como diferentes momentos do percurso contribuíram para a construção situada da criticidade dos licenciandos frente às tecnologias digitais e às IA. Assim, a figura apresenta os encontros como movimentos articulados de apropriação conceitual, discussão sociopolítica, planejamento, experimentação prática, validação e recontextualização pedagógica.

Figura 5: Síntese analítica dos encontros formativos



Fonte: elaboração própria.

A Figura 5 está organizada em cinco blocos principais, correspondentes a agrupamentos analíticos dos encontros. O primeiro bloco, referente ao Encontro 1, indica a função de organização e constituição da linha de base da pesquisa, marcada pela apresentação do percurso, assinatura do TCLE e aplicação do questionário inicial. Embora esse encontro não tenha produzido debate conceitual denso, ele estruturou as condições éticas e metodológicas para o acompanhamento posterior das concepções dos licenciandos.

O segundo bloco, correspondente aos Encontros 2 e 3, representa o momento de fundamentação inicial da TCT. Nessa etapa, ganharam maior visibilidade as primeiras traduções dos conceitos teóricos para situações envolvendo tecnologias educacionais concretas. Por isso, aparecem com maior destaque as categorias C1 – Neutralidade Tecnológica, C2 – Ambivalência Tecnológica, C4 – Valores e Pressupostos Técnicos e C5 – Instrumentalização Primária e Secundária. Trata-se de um momento em que a criticidade ainda se manifesta de modo exploratório, mais próxima da tentativa de compreender e aplicar o vocabulário teórico da TCT do que de uma análise plenamente consolidada.

O terceiro bloco, referente aos Encontros 4 e 5, sintetiza o deslocamento da discussão para dimensões sociais, políticas e democráticas da tecnologia. Nesse momento, a análise deixa de se concentrar apenas no uso pedagógico dos artefatos e passa a incorporar questões relacionadas à participação, aos valores técnicos e às implicações sociopolíticas das escolhas

tecnológicas. Por essa razão, a figura destaca as categorias C3 – Democratização da Tecnologia, C4 – Valores e Pressupostos Técnicos e C7 – Impactos Sociais e Culturais.

O quarto bloco, relativo aos Encontros 6 e 7, marca a aproximação mais direta entre IA, docência e planejamento. A inclusão da categoria C6 nesse bloco é importante porque, nesses encontros, a IA não aparece apenas como ferramenta pedagógica, mas também como elemento que modifica práticas de estudo, formas de busca de informação, modos de planejamento e expectativas sobre a produção de respostas escolares. Assim, além das categorias C2, C4, C5 e C8, a presença da C6 – Transformação da Vida Cotidiana evidencia que a discussão sobre IA começou a atingir práticas concretas do cotidiano escolar e formativo.

O quinto bloco, referente aos Encontros 8 e 9, sintetiza a fase de experimentação prática com IA. A produção de materiais, o refinamento de *prompts*, a validação dos resultados e a curadoria docente tornam-se elementos centrais. A presença da C6 também se justifica nesse momento, pois a interação com a IA passa a reorganizar rotinas de produção didática, exigindo revisão sucessiva, tomada de decisão e recontextualização dos materiais gerados. Ao mesmo tempo, a emergência de discussões sobre autoria, fontes, reprodução de conteúdos e legitimidade do conhecimento aproxima esse bloco da C7. Esse movimento é coerente com a análise do Encontro 9, no qual os licenciandos problematizam a produção automatizada de informações e seus efeitos sobre autoria, circulação e validação do conhecimento .

A faixa central da figura 5 sintetiza o principal achado da seção: a criticidade não se constituiu como adesão linear e homogênea às categorias da TCT, mas como processo discursivo de interpretação, mediação e recontextualização. Isso significa que os licenciandos foram progressivamente mobilizando conceitos, tensionando usos, avaliando limites técnicos, reconhecendo valores incorporados às ferramentas e reinterpretando a IA à luz da prática docente. Os quatro blocos inferiores explicitam os eixos que atravessam esse processo: a passagem da apropriação conceitual à prática; a validação, curadoria e mediação docente; o reconhecimento de valores e códigos técnicos; e a permanência de limites sociotécnicos e tensões interpretativas.

Dessa forma, a Figura 5 permite compreender os encontros formativos como um percurso de construção situada da criticidade. O resultado não deve ser lido como uma evolução simples, na qual os participantes partem de uma visão acrítica e chegam a uma compreensão plenamente crítica da tecnologia. Ao contrário, a síntese visual reforça que o processo foi marcado por avanços parciais, ambiguidades, retomadas e deslocamentos. A

criticidade apareceu com maior densidade quando os licenciandos relacionaram a IA à mediação docente, à validação dos materiais, aos valores inscritos nas ferramentas e às condições concretas de uso, permanecendo menos estabilizada quando a análise exigia maior articulação com dimensões macroestruturais, como democratização, poder, autoria e impactos socioculturais.

5 DISCUSSÃO FINAL

A presente pesquisa teve como objetivo geral analisar manifestações e deslocamentos na criticidade de licenciandos em Física frente às inteligências artificiais, com ênfase no uso educacional de sistemas de IA generativa de texto acessados por interfaces conversacionais, considerando suas implicações sociais, culturais e pedagógicas à luz da TCT de Andrew Feenberg. Essa delimitação não significa que o percurso tenha se restringido às ferramentas generativas, uma vez que os questionários, as leituras e os encontros também abordaram tecnologias digitais, automação e diferentes aplicações da inteligência artificial. Contudo, foi nas interações com sistemas capazes de gerar textos, planos e materiais a partir de comandos em linguagem natural que se constituiu a parcela mais densa do corpus relativo ao uso prático da IA. Partiu-se do entendimento de que a formação docente contemporânea não pode restringir-se ao domínio operacional de ferramentas digitais, pois exige a capacidade de interpretar condicionantes sociais, limites pedagógicos e implicações ético-políticas inscritas nos sistemas técnicos. Nesse sentido, a criticidade foi compreendida como a possibilidade de o professor em formação interpretar, tensionar, selecionar e reconfigurar tecnologias segundo finalidades educacionais contextualizadas, evitando tanto a adesão ingênua à inovação quanto a rejeição abstrata da técnica (Feenberg, 2015).

A síntese dos resultados considerou três formas relacionais de manifestação da criticidade. A criticidade declarada tornou-se visível nos posicionamentos explicitados, especialmente nos questionários; a criticidade discursiva apareceu nas justificativas, problematizações e contradições formuladas nas tarefas e nos encontros; e a criticidade mobilizada foi reconhecida quando essas compreensões repercutiram em decisões de planejamento, adaptação de materiais ou mediação pedagógica. Os resultados mostraram que essas formas não se alinham necessariamente: avanços no discurso podem coexistir com escolhas ainda instrumentais, enquanto decisões pedagógicas sensíveis ao contexto podem surgir sem elaboração conceitual plenamente estabilizada. Por isso, tais níveis não foram tratados como etapas lineares de desenvolvimento, mas como dimensões que permitem descrever a heterogeneidade e a não linearidade do processo formativo.

Em termos de implicações para a formação docente, os achados indicam que o trabalho com IAG precisa ultrapassar oficinas centradas na formulação de comandos e incorporar práticas sistemáticas de validação conceitual e empírica das respostas geradas, explicitação da autoria e das intervenções humanas, registro das fontes e das sucessivas versões do material, exame de vieses e silenciamentos e proteção dos dados pessoais

utilizados nas interações. Essas dimensões permitem que a formação confronte a aparência de neutralidade dos sistemas e torne visíveis os valores e pressupostos técnicos que orientam seus resultados.

Além disso, a recontextualização pedagógica deve constituir um eixo formativo explícito: licenciandos precisam experimentar situações em que decidam quando utilizar, modificar ou recusar uma resposta automatizada, considerando objetivos curriculares, características da turma, condições institucionais e consequências sociais e culturais. Sob a TCT, esse movimento corresponde à passagem da seleção funcional de elementos, própria da instrumentalização primária, para processos de instrumentalização secundária nos quais o artefato é reinserido em relações pedagógicas, éticas e democráticas. A autonomia docente, portanto, não se reduz à capacidade de operar uma ferramenta, mas envolve participar criticamente das decisões sobre seus usos, limites e formas de integração ao ensino (Feenberg, 2015; Schön, 1983; Zeichner, 1993).

Essas implicações não descrevem uma trajetória universal de "o professor". Referem-se às possibilidades identificadas neste caso e devem ser interpretadas em relação à experiência dos participantes, às condições de trabalho, às culturas institucionais e às oportunidades de formação disponíveis.

Os resultados devem ser compreendidos dentro dos limites de um estudo de caso único, sem grupo de comparação, randomização ou desenho experimental destinado à identificação de relações causais. Por essa razão, os deslocamentos encontrados não são atribuídos isoladamente ao percurso formativo nem ao contato com as IAG. Eles são interpretados como manifestações associadas a um processo no qual se articularam experiências anteriores, leituras, encontros, intervenções do pesquisador-formador, tarefas, regências e condições institucionais. A diferença entre oito respondentes no questionário inicial e sete no final, a curta duração do acompanhamento e a participação do pesquisador na formação reforçam a necessidade de formular conclusões em termos de indícios, associações e possibilidades interpretativas, e não de efeitos comprovados ou generalizáveis. A validade das inferências repousa, assim, na convergência e na tensão entre fontes distintas, na preservação de evidências dissonantes e na explicitação da cadeia de evidências, conforme o princípio de generalização analítica do estudo de caso (Yin, 2016).

Para alcançar esse objetivo, a investigação desdobrou-se em quatro objetivos específicos: identificar e interpretar as concepções iniciais e finais dos licenciandos acerca da tecnologia e da inteligência artificial, com atenção particular às IA generativas de texto; desenvolver e analisar um percurso formativo vinculado ao PIBID, orientado por discussões

críticas sobre tecnologia, inteligência artificial e docência; examinar tarefas, planos de aula, comandos, respostas algorítmicas e demais produções elaboradas pelos participantes; e interpretar os resultados empíricos a partir das categorias analíticas da TCT (Feenberg, 2015). Esses objetivos foram examinados mediante a articulação entre concepções declaradas, produções documentais e interações desenvolvidas ao longo dos encontros formativos. A organização dessas evidências seguiu a lógica do estudo de caso e da cadeia de evidências proposta por Yin (2016), enquanto sua interpretação crítica foi sustentada pela TCT e pela hermenêutica crítica.

Essa discussão final retoma, portanto, as quatro questões de pesquisa que orientaram o trabalho: quais concepções iniciais e finais sobre tecnologia e IA os licenciandos manifestaram ao longo do percurso formativo? Em que medida o percurso desenvolvido contribuiu para deslocamentos críticos nas compreensões dos participantes? Como tais compreensões se expressaram nas tarefas, planos e materiais produzidos? E quais limites, potencialidades e tensões permaneceram ao final do processo formativo? As respostas a essas questões não indicam uma transformação homogênea, definitiva ou linear dos participantes, mas permitem sustentar que o percurso formativo produziu condições para que determinadas concepções fossem explicitadas, tensionadas e parcialmente reorganizadas. Essa reorganização aparece sobretudo quando os licenciandos passam a reconhecer a IA como tecnologia ambivalente, dependente de mediação docente, validação conceitual e recontextualização pedagógica, ainda que persistam traços de instrumentalismo, oscilações na compreensão da neutralidade tecnológica e limites na problematização das dimensões institucionais e socioculturais envolvidas.

Assim, a conclusão desta dissertação não deve ser lida como comprovação de uma passagem linear de visões instrumentais para uma criticidade plenamente consolidada. O que os dados permitem afirmar é que o caso analisado evidencia um processo formativo marcado por deslocamentos parciais, ambiguidades persistentes e diferentes níveis de apropriação das categorias da TCT. Essa leitura é coerente com a natureza qualitativa do estudo de caso (Yin, 2016), pois valoriza a complexidade do contexto investigado e reconhece que a criticidade frente às IA se constitui como processo situado, atravessado por tensões entre eficiência técnica, mediação docente, valores incorporados aos sistemas e possibilidades de democratização da tecnologia.

Em relação à primeira questão de pesquisa, os dados indicam que as concepções iniciais dos licenciandos já não se organizavam, de modo predominante, em torno de uma adesão simples à neutralidade tecnológica. No questionário inicial, observou-se rejeição

majoritária a afirmações que separavam o desenvolvimento tecnológico de fatores políticos, culturais e econômicos, bem como reconhecimento de que tecnologias educacionais não podem ser analisadas à margem de questões sociais. Entretanto, essa sensibilidade crítica convivia com traços de instrumentalismo, sobretudo quando a discussão se deslocava para o uso pedagógico concreto, contexto no qual parte dos licenciandos ainda atribuía ao professor ou ao usuário a responsabilidade quase exclusiva pelos efeitos da tecnologia.

Ao final do percurso, essa configuração não desaparece, mas torna-se mais complexa. O questionário final, as tarefas e os registros dos encontros indicam maior reconhecimento da ambivalência tecnológica, dos limites da automação e da necessidade de mediação docente no uso das IA. A concepção final predominante não é de rejeição à IA, mas de apropriação cautelosa, na qual sua potencialidade para planejamento, produção de materiais e ampliação de repertórios didáticos passa a ser tensionada por exigências de validação, curadoria, contextualização e revisão crítica. Desse modo, a primeira questão de pesquisa foi respondida ao evidenciar que as concepções iniciais e finais não se diferenciam por oposição absoluta, mas por deslocamentos internos no modo como os licenciandos articulam uso, mediação e condicionamentos sociotécnicos.

Esse movimento foi mais expressivo nas categorias C2 – Ambivalência Tecnológica, C5 – Instrumentalização Primária e Secundária e C8 – Automação e Papel Docente, mobilizadas diretamente em situações de uso, análise e produção com tecnologias educacionais e IA. Já categorias como C3 – Democratização da Tecnologia e C7 – Impactos Sociais e Culturais apareceram de modo menos estabilizado, frequentemente associadas a preocupações sobre acesso, desigualdade, autoria e controle, mas nem sempre desenvolvidas em termos institucionais ou políticos mais amplos. Esse padrão reforça a compreensão de Feenberg (2015) de que a criticidade tecnológica não consiste apenas em reconhecer que a tecnologia "tem efeitos", mas em compreender como esses efeitos são socialmente produzidos, tecnicamente incorporados e pedagogicamente disputados.

Quanto à segunda questão de pesquisa, a análise permite sustentar que o percurso formativo contribuiu para deslocamentos nas compreensões dos participantes, ainda que tais deslocamentos tenham ocorrido de modo parcial, situado e desigual. O dado mais relevante não está em uma substituição de concepções instrumentais por concepções críticas, mas na ampliação das mediações mobilizadas pelos licenciandos para interpretar a tecnologia. Ao longo dos encontros, especialmente quando as leituras da TCT foram articuladas a exemplos concretos de tecnologias educacionais e ao uso prático de IA, os participantes passaram a tensionar com maior frequência noções como eficiência, automação, autoria, confiabilidade e

adequação pedagógica. Esse movimento indica que o percurso formativo favoreceu a passagem de uma compreensão centrada no uso para uma compreensão mais atenta às condições, aos limites e aos pressupostos envolvidos na produção e apropriação das tecnologias.

Esse deslocamento aparece de forma mais consistente quando os licenciandos passam a reconhecer a ambivalência tecnológica como dimensão constitutiva das ferramentas analisadas. A IA, nesse sentido, deixa de ser interpretada apenas como solução eficiente para a elaboração de materiais didáticos e passa a ser compreendida como recurso que exige mediação, revisão e julgamento docente. A rapidez na produção de planos, atividades, simulações e jogos educacionais foi reconhecida como potencialidade, mas não como garantia de qualidade pedagógica. Ao contrário, os participantes indicaram que os produtos gerados pela IA demandavam contextualização, validação conceitual e adequação às condições reais de ensino. Esse resultado se articula diretamente à categoria C2 – Ambivalência Tecnológica, pois evidencia a coexistência entre ampliação de possibilidades e produção de novas dependências, limites e responsabilidades.

Também se observa deslocamento relevante na categoria C5 – Instrumentalização Primária e Secundária. Nas primeiras atividades, os licenciandos demonstraram maior facilidade em identificar a instrumentalização primária, associando a tecnologia a suas funções operacionais, recursos disponíveis e modos previstos de uso. Com o avanço do percurso, entretanto, surgiram indícios de compreensão da instrumentalização secundária como processo de reapropriação pedagógica, especialmente nas oficinas com IA, quando os participantes passaram a exercitar, revisar e reformular comandos para adequar os resultados a finalidades educativas específicas. Ainda que essa reapropriação tenha permanecido predominantemente no plano micro didático, ela indica um movimento formativo importante: a tecnologia passa a ser vista não apenas como ferramenta pronta, mas como artefato que pode ser tensionado, ajustado e parcialmente reconfigurado pelo professor.

No entanto, é necessário destacar que a contribuição do percurso formativo não se deu de maneira homogênea entre todas as categorias. As categorias mais diretamente vinculadas à experiência prática, como C2, C5 e C8, ganharam maior densidade porque foram mobilizadas em situações concretas de planejamento, uso de IA, análise de simulações e discussão sobre automação do trabalho docente. Já categorias que exigem maior abstração social e política, como C3 – Democratização da Tecnologia e C7 – Impactos Sociais e Culturais, apareceram de forma mais intermitente. Os licenciandos reconheceram questões como desigualdade de acesso, autoria, dependência tecnológica e controle corporativo, mas nem sempre avançaram

para uma análise sistemática das estruturas institucionais, econômicas e políticas que condicionam tais problemas. Esse limite não invalida o percurso, mas indica que a formação crítica demanda continuidade, aprofundamento e recorrência, especialmente quando se pretende deslocar a análise do uso pedagógico imediato para os regimes sociais mais amplos nos quais as tecnologias são produzidas e legitimadas.

Assim, a segunda questão de pesquisa pode ser respondida afirmando que o percurso formativo contribuiu para deslocamentos críticos ao criar condições para que os licenciandos aproximassem teoria, prática e reflexão situada. Essa contribuição, entretanto, deve ser compreendida nos termos próprios do estudo de caso: não como prova causal de transformação, mas como interpretação fundamentada de um processo formativo específico, no qual múltiplas fontes indicam mudanças parciais de posicionamento, ampliação do vocabulário crítico e maior capacidade de tensionar a IA para além de sua funcionalidade imediata (Yin, 2016). Em consonância com Feenberg (2015), os resultados sugerem que a criticidade tecnológica se fortalece quando os sujeitos deixam de tratar a técnica como destino ou instrumento neutro e passam a compreendê-la como mediação sociotécnica, aberta a disputas, escolhas e reconfigurações pedagógicas.

Em relação à terceira questão de pesquisa, a análise das tarefas, planos de aula e demais materiais produzidos pelos licenciandos indica que as compreensões sobre tecnologia e IA não permaneceram restritas ao plano declarativo, mas se expressaram de modo desigual nas produções elaboradas ao longo do percurso formativo. Esse *corpus* documental permitiu confrontar concepções manifestadas nos questionários e nos debates com escolhas inscritas em produtos pedagógicos, revelando diferentes níveis de apropriação dos conceitos discutidos nos encontros.

Nas Tarefas 1 e 2, os avanços foram mais visíveis. A Tarefa 1 evidenciou uma apropriação inicial dos conceitos da TCT em exemplos educacionais concretos, especialmente por meio da distinção entre usos previstos pelo *design* técnico e possibilidades de reapropriação pedagógica, o que conferiu centralidade à categoria C5 – Instrumentalização Primária e Secundária. Também emergiram C1 – Neutralidade Tecnológica e C4 – Valores e Pressupostos Técnicos, sobretudo quando os participantes reconheceram que *softwares*, simuladores e plataformas educacionais incorporam escolhas de organização, visualização, avaliação e controle. Já a Tarefa 2, dedicada ao planejamento com apoio de IA generativa, revelou uma compreensão mais processual da tecnologia: a IA foi inicialmente mobilizada como ferramenta de produtividade, mas os próprios registros de interação e comentários reflexivos mostraram que os materiais gerados exigiam revisão, refinamento, validação

conceitual e mediação docente. Nesse caso, destacaram-se C2, C5 e C8, uma vez que a IA apareceu simultaneamente como recurso de ampliação do trabalho pedagógico e como sistema que demanda intervenção humana para evitar simplificações, erros conceituais ou inadequações ao contexto escolar.

Nas Tarefas 3 e 4, por sua vez, os resultados evidenciam a dificuldade de converter a criticidade discutida nos encontros em planejamento e prática sistematicamente orientados por essa perspectiva. Nos planos de aula, a presença das tecnologias apareceu de modo mais restrito e predominantemente instrumental. Recursos digitais, simulações, *slides*, plataformas *on-line* e menções ao uso de IA foram incorporados como apoio à exposição, à organização do conteúdo ou à produção de materiais, mas raramente se converteram em objeto central de problematização pedagógica. Já os relatórios reflexivos permitiram observar a tecnologia vinculada às condições concretas da escola, às limitações materiais, às demandas da regência, ao engajamento dos estudantes e às dificuldades de integrar recursos digitais em situações reais de ensino. Assim, C6 – Transformação da Vida Cotidiana e C8 – Automação e Papel Docente ganharam maior presença nesses registros, embora C3 – Democratização da Tecnologia e C7 – Impactos Sociais e Culturais tenham permanecido menos desenvolvidas.

Dessa forma, a terceira questão de pesquisa pode ser respondida afirmando que as compreensões dos licenciandos se expressaram nas produções de maneira heterogênea, com avanços mais visíveis nas tarefas voltadas à análise conceitual e à interação direta com IA, e com menor densidade crítica nos planos de aula e registros vinculados à prática escolar. Esse resultado é coerente com a perspectiva de Feenberg (2015), pois indica que a reapropriação crítica da tecnologia não ocorre apenas pela mudança de discurso, mas exige a reconstrução das finalidades pedagógicas, dos usos concretos e das condições sociais de aplicação. No caso investigado, as produções revelam uma criticidade em elaboração: suficientemente presente para tensionar usos automáticos e reconhecer limites da IA, mas ainda insuficientemente consolidada para transformar, de modo sistemático, todas as propostas pedagógicas em práticas tecnológicas criticamente orientadas.

Quanto à quarta questão de pesquisa, os resultados indicam que, ao final do percurso formativo, permaneceram potencialidades, limites e tensões que ajudam a compreender a criticidade docente como processo em constituição, e não como resultado plenamente estabilizado. Entre as potencialidades, destaca-se o reconhecimento crescente de que as IA podem apoiar a produção de materiais didáticos, ampliar repertórios metodológicos, favorecer a criação de simulações, jogos e atividades, além de auxiliar o planejamento docente em suas etapas iniciais. Esse potencial, entretanto, não foi compreendido de maneira ingênua ou

automática. Ao longo dos encontros finais, especialmente nas oficinas práticas, os licenciandos passaram a reconhecer que os materiais produzidos por IA exigem validação conceitual, adequação ao contexto escolar, revisão pedagógica e interpretação crítica, reforçando a centralidade da mediação docente.

Essa potencialidade se articula especialmente às categorias C5 – Instrumentalização Primária e Secundária e C8 – Automação e Papel Docente. A IA apareceu, em diversos momentos, como instrumento de produção rápida e funcional, evidenciando sua dimensão de instrumentalização primária. Contudo, quando os licenciandos reformularam comandos, avaliaram respostas, identificaram problemas nos materiais gerados e discutiram formas de adaptação pedagógica, emergiram indícios de instrumentalização secundária, ainda que limitados e situados. Nesse processo, o papel docente não foi deslocado para uma posição de substituição, mas para uma posição de curadoria, orientação, validação e recontextualização dos produtos técnicos. Esse resultado reforça a compreensão de que a automação não elimina a agência docente, mas pode reorganizá-la, ampliando ou restringindo suas possibilidades conforme as condições de uso e apropriação da tecnologia (Feenberg, 2015).

Entre os limites identificados, destaca-se a permanência de formas de compreensão ainda vinculadas à funcionalidade imediata da tecnologia. Mesmo após discussões teóricas e atividades práticas, parte das produções continuou tratando os recursos digitais como apoio à exposição de conteúdos, organização de aulas ou elaboração de materiais, sem transformá-los em objeto explícito de problematização pedagógica. Esse dado é particularmente visível nos planos de aula, nos quais a presença de tecnologias, quando ocorre, tende a permanecer associada ao suporte didático e não à análise crítica de seus pressupostos. Assim, embora os licenciandos demonstrem maior consciência dos limites da IA em situações de debate e reflexão, essa consciência nem sempre se converte em estrutura didática planejada.

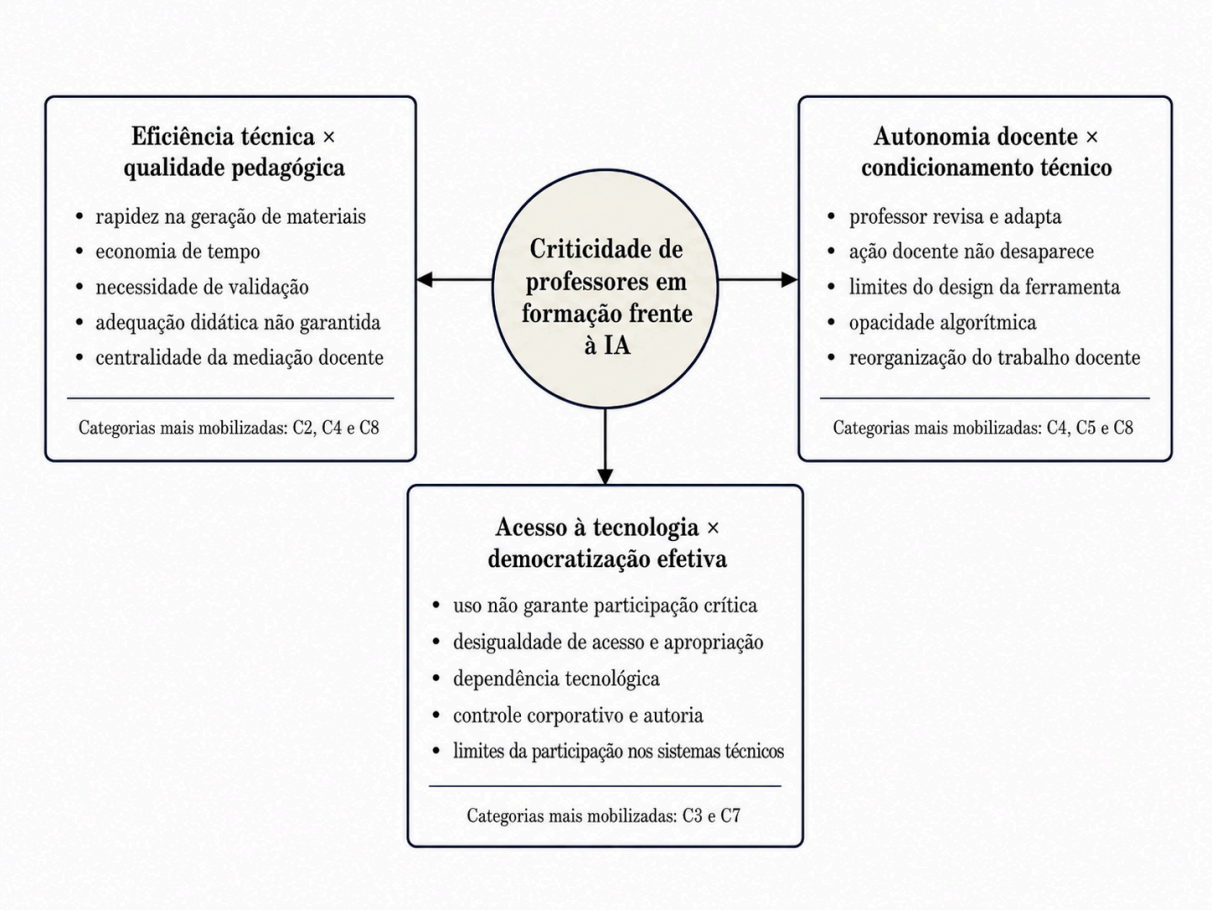
Outro limite importante refere-se à menor densidade das categorias C3 – Democratização da Tecnologia e C7 – Impactos Sociais e Culturais. Os participantes reconheceram problemas relacionados ao acesso desigual, à dependência tecnológica, ao controle corporativo, à autoria e à confiabilidade das informações, mas essas questões apareceram de forma mais episódica do que sistemática. Em geral, a análise dos licenciandos permaneceu mais próxima das situações microdidáticas, como uso da ferramenta, qualidade do material, adequação ao conteúdo e mediação do professor, do que das condições macroestruturais que envolvem mercado educacional, políticas públicas, concentração de plataformas, produção de dados e desigualdades sociotécnicas. Esse ponto não deve ser lido como simples fragilidade individual dos participantes, mas como indicação de que tais

categorias exigem maior tempo formativo, maior repertório político e maior contato com debates institucionais sobre tecnologia e educação. Essa leitura pode ser aprofundada a partir de Decuypere, Grimaldi e Landri (2021), ao argumentarem que as plataformas educacionais digitais não devem ser compreendidas como ferramentas neutras ou meros ambientes de apoio, mas como infraestruturas sociotécnicas que organizam interações, produzem dados, configuram modos de participação e participam da transformação das formas educacionais. Desse modo, a menor densidade das categorias C3 e C7 no percurso formativo indica que os licenciandos avançaram mais na análise microdidática da IA do que na problematização das estruturas de plataforma, governança, mercado e dataficação que condicionam seus usos educacionais. Nesse sentido, a menor densidade de C3 e C7 sugere que o percurso formativo favoreceu a problematização da IA no plano da mediação docente e da prática pedagógica, mas ainda ofereceu condições limitadas para uma análise mais ampla das relações entre tecnologia, poder, cultura e organização social.

As tensões que permaneceram ao final do percurso podem ser sintetizadas em três movimentos principais. A primeira tensão ocorre entre eficiência técnica e qualidade pedagógica: os licenciandos reconhecem que a IA produz materiais com rapidez, mas também percebem que rapidez não equivale a adequação didática. A segunda tensão ocorre entre autonomia docente e condicionamento técnico: o professor pode orientar, revisar e adaptar os resultados, mas essa ação acontece dentro de sistemas cujos critérios de funcionamento não são plenamente transparentes. A terceira tensão ocorre entre acesso à tecnologia e democratização efetiva: utilizar ferramentas digitais não significa, por si só, participar criticamente das decisões que estruturam seus usos, seus modelos de desenvolvimento e seus efeitos sociais.

Com o objetivo de explicitar a articulação entre essas tensões, a Figura 6 apresenta uma síntese analítica dos principais achados do percurso formativo. A figura não deve ser compreendida como substituição da análise desenvolvida ao longo do capítulo, mas como uma forma de condensar visualmente os conflitos interpretativos que atravessaram as concepções dos licenciandos. No centro da imagem, a noção de criticidade de professores em formação frente à IA indica que os resultados não apontam para uma simples aceitação ou rejeição das tecnologias digitais, mas para um processo de interpretação situado, no qual os participantes passaram a tensionar possibilidades, limites e condicionantes sociotécnicos do uso educacional da inteligência artificial.

Figura 6: Síntese das tensões observadas no percurso formativo.



Fonte: autoria própria.

A primeira tensão, entre eficiência técnica e qualidade pedagógica, sintetiza um dos movimentos mais recorrentes observados nas tarefas e nos encontros finais. A IA foi percebida como recurso capaz de acelerar a produção de planos, atividades, simulações e materiais didáticos, reduzindo o tempo necessário para a elaboração inicial de propostas. Contudo, essa eficiência não foi tomada como garantia de qualidade educacional. Ao contrário, os licenciandos identificaram a necessidade de validação conceitual, adequação didática, revisão das respostas e recontextualização dos materiais produzidos. Essa tensão mobiliza especialmente as categorias C2 – Ambivalência Tecnológica, C4 – Valores e Pressupostos Técnicos e C8 – Automação e Papel Docente, pois evidencia que a mesma ferramenta que amplia a produtividade também pode reproduzir simplificações, modelos padronizados e propostas pouco sensíveis ao contexto escolar.

A segunda tensão, entre autonomia docente e condicionamento técnico, permite compreender de modo mais preciso o lugar atribuído ao professor diante da IA. Os dados não sustentam a ideia de substituição plena da docência, mas indicam uma reorganização de suas funções. O professor aparece como sujeito que revisa, adapta, seleciona, reformula e decide

sobre o uso dos materiais gerados, o que reforça a centralidade da mediação pedagógica. Entretanto, essa agência não ocorre em um vazio técnico, pois os sistemas de IA operam segundo modelos, bases de treinamento, padrões de resposta e critérios de funcionamento que não são plenamente transparentes ao usuário. Essa tensão articula as categorias C4 – Valores e Pressupostos Técnicos, C5 – Instrumentalização Primária e Secundária e C8 – Automação e Papel Docente, indicando que a reapropriação pedagógica da IA é possível, mas permanece condicionada pelas estruturas técnicas que organizam a própria ferramenta.

A terceira tensão, entre acesso à tecnologia e democratização efetiva, evidencia um limite importante do percurso formativo. Embora os licenciandos tenham reconhecido questões relacionadas ao acesso, à autoria, à confiabilidade das informações, à dependência tecnológica e ao controle corporativo, tais discussões apareceram de forma menos sistemática do que aquelas vinculadas à prática pedagógica imediata. Nesse sentido, a figura 6 destaca que o simples uso de ferramentas digitais não equivale à democratização da tecnologia. A democratização exige condições mais amplas de participação, compreensão crítica, intervenção nos sistemas técnicos e discussão pública sobre os modos de desenvolvimento, circulação e regulação dessas tecnologias. Por isso, este eixo mobiliza principalmente as categorias C3 – Democratização da Tecnologia e C7 – Impactos Sociais e Culturais, apontando para dimensões que permaneceram como desafios formativos ao final da investigação.

Desse modo, a Figura 6 contribui para organizar a resposta à quarta questão de pesquisa, relativa aos limites, potencialidades e tensões que permaneceram ao final do processo formativo. A síntese visual evidencia que o percurso não produziu uma criticidade homogênea ou plenamente estabilizada, mas possibilitou a emergência de uma compreensão mais complexa sobre a IA na educação. Os licenciandos passaram a reconhecer que a tecnologia pode apoiar a prática docente, mas não de forma neutra, automática ou descontextualizada. A criticidade, nesse caso, manifesta-se justamente na capacidade de perceber que a IA opera em um campo de mediações, no qual eficiência, autonomia e acesso precisam ser permanentemente tensionados por critérios pedagógicos, éticos, sociais e políticos.

Desse modo, a quarta questão de pesquisa pode ser respondida afirmando que, ao final do percurso, permaneceram potencialidades formativas relevantes, mas também limites estruturais e tensões conceituais que impedem qualquer conclusão linear sobre a consolidação da criticidade. A principal potencialidade está na abertura dos licenciandos para compreender a IA como recurso pedagógico que exige mediação e julgamento profissional. O principal

limite está na dificuldade de transformar essa compreensão em práticas sistematicamente críticas, especialmente quando se passa da discussão conceitual para o planejamento concreto. A principal tensão, por sua vez, reside na coexistência entre apropriação instrumental e problematização sociotécnica. É precisamente nessa coexistência que o caso analisado ganha força interpretativa, pois mostra que a formação crítica frente às IA não se constitui pela recusa da tecnologia, mas pela construção gradual de condições para interrogá-la, adaptá-la e disputá-la pedagogicamente à luz de finalidades educacionais mais amplas.

A leitura transversal das categorias analíticas permite compreender com maior precisão o modo como a criticidade se configurou no caso investigado. As categorias não apareceram com o mesmo peso nem com a mesma densidade interpretativa ao longo do percurso, o que é esperado em uma pesquisa qualitativa orientada pelo estudo de caso. Mais importante do que sua frequência é o modo como cada categoria foi mobilizada pelos licenciandos nas respostas ao questionário, nas tarefas produzidas e nas discussões dos encontros. Nesse sentido, as categorias funcionaram como lentes para identificar diferentes níveis de aproximação crítica com a tecnologia, desde compreensões mais próximas do uso funcional até formulações que reconhecem valores, condicionamentos e disputas sociotécnicas.

As categorias com maior densidade analítica foram C2 – Ambivalência Tecnológica, C5 – Instrumentalização Primária e Secundária e C8 – Automação e Papel Docente. A ambivalência apareceu de modo recorrente porque os licenciandos, especialmente nas etapas finais do percurso, passaram a reconhecer que a IA não pode ser classificada de forma unilateral como solução ou ameaça. Ela foi percebida como recurso capaz de ampliar possibilidades de planejamento, produção de materiais e exploração didática, mas também como tecnologia marcada por limites de confiabilidade, problemas de contextualização, risco de dependência e necessidade de validação docente. Essa categoria ganhou força justamente porque permitiu interpretar a coexistência entre entusiasmo prático e cautela crítica, evitando tanto a adesão tecnológica quanto a rejeição abstrata da tecnologia.

A categoria C5 também assumiu centralidade, sobretudo porque as atividades exigiram que os licenciandos operassem concretamente com tecnologias educacionais e sistemas de IA. A instrumentalização primária apareceu quando as ferramentas foram mobilizadas por sua funcionalidade imediata, como gerar textos, organizar planos, produzir atividades, simular fenômenos ou estruturar materiais. Já a instrumentalização secundária apareceu de forma mais incipiente, mas relevante, quando os participantes reformularam comandos, reinterpretaram resultados, adaptaram propostas, tencionaram limitações e

buscaram inserir os produtos técnicos em finalidades pedagógicas específicas. Essa categoria foi decisiva porque permitiu compreender que a criticidade não se manifesta apenas no discurso sobre a tecnologia, mas no modo como o sujeito intervém sobre o artefato técnico, negociando seus usos e limites em situações concretas.

A categoria C8 – Automação e Papel Docente, por sua vez, foi uma das mais expressivas por estar diretamente vinculada ao objeto da investigação. Desde o questionário inicial, os licenciandos rejeitaram a ideia de substituição plena do professor pela IA, mas, ao longo do percurso, essa rejeição tornou-se mais qualificada. O problema deixou de ser apenas "a IA substitui ou não substitui o professor" e passou a envolver a reorganização parcial das tarefas docentes, especialmente no planejamento, na produção de materiais, na validação de informações e na curadoria pedagógica. Assim, a automação foi compreendida menos como eliminação do docente e mais como reconfiguração do trabalho pedagógico. Esse deslocamento permite superar respostas defensivas ou genéricas sobre a insubstituibilidade do professor, aproximando a análise de uma compreensão mais crítica sobre as formas pelas quais a tecnologia redistribui funções, tempos e responsabilidades na docência.

Em um segundo nível de densidade, situam-se C1 – Neutralidade Tecnológica, C4 – Valores e Pressupostos Técnicos e C6 – Transformação da Vida Cotidiana. A neutralidade tecnológica apareceu de forma ambígua: os licenciandos rejeitaram a ideia de que a tecnologia se desenvolve isolada de fatores sociais, políticos e culturais, mas, em alguns momentos, ainda retomaram formulações próximas ao instrumentalismo, sobretudo quando atribuíram ao uso individual a responsabilidade principal pelos efeitos das tecnologias. Isso indica que a crítica à neutralidade foi parcialmente construída, mas não plenamente estabilizada. A categoria C4 ganhou densidade quando os participantes reconheceram que *softwares*, plataformas e sistemas de IA incorporam escolhas de *design*, pressupostos pedagógicos e formas de organização do conhecimento. No entanto, essa percepção apareceu mais fortemente associada ao funcionamento didático das ferramentas do que à análise mais ampla das racionalidades econômicas, políticas e institucionais que orientam sua produção.

A categoria C6 apareceu sobretudo quando os licenciandos discutiram mudanças nas práticas de estudo, na organização do trabalho docente e nas formas de interação mediadas pela IA. Ela foi importante para interpretar situações em que a tecnologia deixou de ser vista apenas como recurso de aula e passou a ser compreendida como elemento que altera rotinas, expectativas e modos de produzir conhecimento. Exemplos como estudantes que recorrem diretamente ao ChatGPT para responder tarefas, professores que utilizam IA para acelerar o planejamento ou licenciandos que passam a interagir com sistemas generativos por meio de

refinamentos sucessivos indicam que a tecnologia transforma práticas cotidianas de ensinar, aprender e planejar. Ainda assim, essa categoria apareceu de forma mais situada do que estrutural, concentrando-se nos efeitos observáveis no cotidiano escolar e formativo.

As categorias C3 – Democratização da Tecnologia e C7 – Impactos Sociais e Culturais foram as menos estabilizadas, embora tenham aparecido em momentos importantes. A democratização foi mobilizada quando os licenciandos discutiram acesso, políticas públicas, participação social, conhecimento técnico e possibilidade de intervenção nos sistemas tecnológicos. Contudo, essa categoria exigia uma passagem analítica mais complexa: sair da ideia de "ter acesso à tecnologia" para compreender quem decide sobre seu desenho, seus usos, seus critérios e seus efeitos sociais. Essa passagem apareceu apenas parcialmente. Do mesmo modo, os impactos sociais e culturais foram reconhecidos em discussões sobre autoria, confiabilidade, circulação de informações, controle corporativo e desigualdades, mas nem sempre foram articulados a uma análise mais ampla das estruturas sociais que sustentam tais problemas. Essas categorias, portanto, não estiveram ausentes, mas permaneceram mais dependentes da mediação do percurso formativo e menos espontaneamente incorporadas às produções dos licenciandos.

Essa distribuição das categorias é, por si só, um resultado relevante da pesquisa. Ela indica que os licenciandos avançaram com maior consistência nas dimensões diretamente vinculadas à experiência pedagógica imediata, como uso, adaptação, planejamento, automação e mediação docente. Em contrapartida, demonstraram maior dificuldade em sustentar análises que exigiam deslocamento para níveis macroestruturais, como democratização, controle social da tecnologia, impactos culturais e disputas institucionais. Nos termos de Feenberg (2015), pode-se afirmar que o percurso favoreceu a crítica ao instrumentalismo ingênuo e abriu caminhos para formas iniciais de reapropriação da técnica, mas ainda não consolidou plenamente uma compreensão democrática e estrutural dos sistemas tecnológicos. Essa constatação não diminui o alcance da pesquisa; ao contrário, evidencia a complexidade da formação crítica, que precisa articular progressivamente experiência prática, vocabulário teórico e análise das condições sociais de produção da tecnologia.

Como limitação da investigação, destaca-se que os resultados dizem respeito a um grupo reduzido de licenciandos, situado em um contexto formativo específico vinculado ao PIBID e à Licenciatura em Física. Portanto, não se pretende generalizar estatisticamente os achados para outros cursos, programas ou realidades institucionais. Além disso, o percurso formativo ocorreu em um intervalo delimitado, o que restringe a possibilidade de acompanhar

a consolidação de deslocamentos críticos em longo prazo. Ainda assim, a força do estudo reside na compreensão aprofundada do caso e na articulação entre diferentes fontes de evidência, o que permite produzir inferências analíticas relevantes sobre processos de formação crítica frente às IA, em consonância com a lógica do estudo de caso (Yin, 2016).

Por fim, a análise desenvolvida ao longo desta dissertação permite compreender que a formação crítica frente às IA não se constitui como domínio técnico ampliado, nem como simples capacidade de utilizar ferramentas digitais com maior eficiência. O que o caso investigado indica é que a criticidade emerge quando o professor em formação passa a reconhecer a tecnologia como mediação sociotécnica, isto é, como artefato atravessado por valores, escolhas de *design*, interesses institucionais, limitações operacionais e possibilidades de reapropriação pedagógica. Nesse sentido, a IA não deve ser tomada nem como ameaça inevitável à docência, nem como solução automática para os problemas educacionais, mas como campo de disputa no qual se definem formas de ensinar, aprender, avaliar, planejar e produzir conhecimento.

A principal contribuição deste estudo reside em mostrar que a inserção das IA na formação inicial de professores pode favorecer processos de reflexão crítica quando articulada a três dimensões indissociáveis: fundamentação teórica, experimentação prática e análise situada da docência. A leitura da TCT ofereceu aos licenciandos um vocabulário para nomear tensões que muitas vezes aparecem de forma dispersa no cotidiano escolar, enquanto as oficinas, tarefas e discussões permitiram confrontar esse vocabulário com situações concretas de uso. Essa articulação mostrou-se especialmente relevante porque deslocou a IA do lugar de ferramenta meramente operacional para o lugar de objeto de investigação pedagógica, exigindo dos participantes avaliação, curadoria, adaptação e tomada de posição.

Entretanto, os resultados também indicam que a formação crítica não se consolida em um percurso breve nem se distribui igualmente entre todas as dimensões da tecnologia. Os licenciandos avançaram de modo mais consistente na problematização da ambivalência, da instrumentalização e da automação docente, mas apresentaram menor estabilidade nas discussões sobre democratização da tecnologia e impactos sociais e culturais. Esse resultado sugere que futuros processos formativos precisam ampliar o tempo dedicado às dimensões políticas e estruturais das tecnologias educacionais, incluindo debates sobre plataformas, dados, dependência tecnológica, controle corporativo, políticas públicas, desigualdades de acesso e participação docente nas decisões sobre adoção tecnológica.

Desse modo, conclui-se que a criticidade docente frente às IA deve ser compreendida como processo formativo contínuo, situado e inacabado. No caso analisado, ela se manifestou

em deslocamentos parciais, em tensões produtivas e em tentativas iniciais de reapropriação pedagógica dos sistemas técnicos. Essa conclusão é coerente com a TCT, pois reconhece que a transformação não ocorre pela recusa da técnica, mas pela possibilidade de intervir em seus usos, sentidos e condições de implementação. Formar professores criticamente diante da IA implica, portanto, criar condições para que esses sujeitos deixem de ocupar apenas a posição de usuários de ferramentas prontas e passem a atuar como intérpretes, avaliadores e mediadores dos sistemas tecnológicos que atravessam a educação contemporânea.

Assim, esta dissertação reforça que a presença da IA no EF e na formação docente não deve ser tratada como questão periférica ou exclusivamente operacional. Ela envolve disputas sobre autoridade pedagógica, autoria, confiabilidade, autonomia profissional e finalidades educacionais. A contribuição do estudo está em evidenciar que tais disputas podem ser tematizadas no interior da formação inicial, desde que a tecnologia seja abordada não apenas como recurso didático, mas como objeto sociotécnico de reflexão crítica. Em última instância, uma formação docente comprometida com a democratização da tecnologia precisa preparar professores para perguntar não apenas como usar a IA, mas para que, sob quais condições, com quais limites, em benefício de quem e segundo quais valores ela deve ser incorporada ao ensino.

Referências

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Tecnologias na educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios. 1.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

ARAÚJO, Cláudia Helena dos Santos. Dos sentidos da tecnologia à convergência com a educação. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 34970-34979, jun. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-148. Acesso em: 09 maio 2026.

ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 4, n. 3, p. 5-18, 2004.

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. 1.ed. Porto Alegre: Penso, 2020.

BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (orgs.). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. 1.ed. Porto Alegre: Penso, 2015.

BEER, David. The social power of algorithms. Information, Communication & Society, v. 20, n. 1, p. 1-13, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1216147. Acesso em: 09 maio 2026.

BLEY, Jonas; PIETZ, Antony; FÖSEL, Angela; SCHMIEDEBERG, Michael; HEUSLER, Stefan; PUSCH, Alexander. Investigating 3D printed Cartesian divers. arXiv, 2021. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2107.00950. Acesso em: 31 maio 2026.

BLIKSTEIN, Paulo; VALENTE, José Armando; MOURA, Éliton Meireles de. Educação maker: onde está o currículo? Revista e-Curriculum, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 523-544, 2020.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. 1.ed. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 09 maio 2026.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Brasília: CAPES, [2024]. Disponível em: https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-basica/pibid. Acesso em: 09 maio 2026.

CARDOSO, Fábio Santos; PEREIRA, Natália da Silva; BRAGGION, Rodrigo César; CHAVES, Paloma Epprecht e Machado de Campos; ANDRIOLI, Mary Grace. O uso da Inteligência Artificial na Educação e seus benefícios: uma revisão exploratória e bibliográfica. Ciência em Evidência, v. 4, e023002, p. 1-25, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.47734/rce.v4iFC.2332. Acesso em: 09 maio 2026.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. 10.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHIU, Thomas K. F.; XIA, Qian; ZHOU, Xinyan; CHAI, Ching Sing; CHENG, Miaoting. Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. Computers and Education: Artificial Intelligence, v. 4, 100118, 2023. DOI: 10.1016/j.caeai.2022.100118.

CONTE, Elaine; HABOWSKI, Adilson Cristiano. Inteligência artificial e educação: perspectivas e desafios contemporâneos. Educação & Sociedade, Campinas, v. 43, e258840, p. 1-18, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/ES.258840. Acesso em: 09 maio 2026.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Sandra Maria Mallmann da Rosa. Revisão técnica de Dirceu da Silva. 5.ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

DECUYPERE, Mathias; GRIMALDI, Emiliano; LANDRI, Paolo. Introduction: critical studies of digital education platforms. Critical Studies in Education, v. 62, n. 1, p. 1-16, 2021. DOI: 10.1080/17508487.2020.1866050.

FARROKHNIA, Mohammadreza; BANIHASHEM, Seyyed Kazem; NOROOZI, Omid; WALS, Arjen. A SWOT analysis of ChatGPT: implications for educational practice and research. Innovations in Education and Teaching International, 2023. DOI: 10.1080/14703297.2023.2195846.

FEENBERG, Andrew. Questioning technology. 1.ed. London: Routledge, 1999.

FEENBERG, Andrew. Transforming technology: a critical theory revisited. 2.ed. Oxford: Oxford University Press, 2002.

FEENBERG, Andrew. Heidegger and Marcuse: the catastrophe and redemption of history. 1.ed. New York: Routledge, 2005.

FEENBERG, Andrew. Tecnologia, modernidade e democracia. Organização e tradução de Eduardo Beira. 1.ed. Lisboa: IN+ Center for Innovation, Technology and Public Policy, 2015.

FEENBERG, Andrew. Entre a razão e a experiência: ensaios sobre tecnologia e modernidade. Tradução de Eduardo Beira, Cristiano Cruz e Ricardo Neder. 1.ed. Lisboa: IN+ Center for Innovation, Technology and Public Policy, 2017.

FLICK, Uwe. Introdução à pesquisa qualitativa. Tradução de Joice Elias Costa. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRANCOM, Gregory M. Barriers to technology integration: a time-series survey study. Journal of Research on Technology in Education, v. 52, n. 1, p. 1-16, 2020. DOI: 10.1080/15391523.2019.1679055.

FREITAS, Carlos César Garcia; SEGATTO, Andrea Paula. Tecnologia social: uma abordagem conceitual. Cadernos EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v. 12, n. especial, p. 307-322, ago. 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1679-39519020. Acesso em: 09 maio 2026.

GILBERT, John K.; JUSTI, Rosária. Modelling-based Teaching in Science Education. Cham: Springer, 2016.

GILLESPIE, Tarleton. Custodians of the internet: platforms, content moderation, and the hidden decisions that shape social media. 1.ed. New Haven: Yale University Press, 2018.

GIRAFFA, Lucia Maria Martins; KOHLS-SANTOS, Pricila. Inteligência artificial e educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente. Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 39, e45721, p. 116-134, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-469845721. Acesso em: 09 maio 2026.

HABERMAS, Jürgen. Dialética e hermenêutica: para a crítica da hermenêutica de Gadamer. Tradução de Álvaro L. M. Valls. 1.ed. Porto Alegre: L&PM, 1987.

HEIDEGGER, Martin. A questão da técnica. Scientiae Studia, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 375-398, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1678-31662007000300006. Acesso em: 09 maio 2026.

INSTEFJORD, Elen J.; MUNTHE, Elaine. Educating digitally competent teachers: a study of integration of professional digital competence in teacher education. Teaching and Teacher Education, v. 67, p. 37-45, 2017. DOI: 10.1016/j.tate.2017.05.016.

KASNECI, Enkelejda et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. Learning and Individual Differences, v. 103, art. 102274, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274. Acesso em: 09 maio 2026.

KENSKI, Vani Moreira. Tecnologias e ensino presencial e a distância. 10.ed. Campinas: Papirus, 2020.

KOEHLER, Matthew J.; MISHRA, Punya. What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009.

LAWRENCE, Japhet E.; TAR, Usman A. Factors that influence teachers' adoption and integration of ICT in teaching/learning process. Educational Media International, v. 55, n. 1, p. 79-105, 2018. DOI: 10.1080/09523987.2018.1439712.

LEONEL, André Ary; VIDMAR, Muryel Pyetro; PASTORIO, Dioni Paulo. Formação para a apropriação e integração das tecnologias digitais da informação e comunicação ao ensino de física. Revista de Enseñanza de la Física, v. 33, n. 2, p. 37-44, 2021.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology, New York, v. 22, n. 140, p. 1-55, 1932.

LO, Chung Kwan. What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. Education Sciences, Basel, v. 13, n. 4, art. 410, 2023. DOI: 10.3390/educsci13040410.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 29, n. esp. 1, p. 562-613, 2012. DOI: 10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p562.

MARCUSE, Herbert. O homem unidimensional: estudos da ideologia da sociedade industrial avançada. Tradução de Deborah Christina Antunes, Rafael Cordeiro Silva e Robespierre de Oliveira. 1.ed. São Paulo: Edipro, 2015 [1964].

MOECK, Peter; DESTEFANO, Paul; KAMINSKY, Werner; SNYDER, Trevor. 3D printing in the context of Science, Technology, Engineering, and Mathematics education at the college/university level. arXiv, 2019. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2001.04267. Acesso em: 31 maio 2026.

MOREIRA, José António; SCHLEMMER, Eliane. Por um novo conceito e paradigma de educação digital onlife. Revista UFG, Goiânia, v. 20, n. 26, p. 1-35, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.5216/revufg.v20.63438. Acesso em: 09 maio 2026.

NASCIMENTO, Márcio Silveira; SOUZA, Ana Cláudia Ribeiro de. Diálogos e reflexões fundamentadas na Teoria Crítica da Tecnologia de Feenberg: abordagens para o ensino tecnológico e educação ambiental. Nuances: Estudos sobre Educação, Presidente Prudente, v. 34, n. 00, e023016, p. 1-17, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.32930/nuances.v34i00.10033. Acesso em: 09 maio 2026.

NORTE, Andréa. A Educação 4.0 à luz da Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg: problematizações a partir da formação de professores de ciências. 2021. 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

NÓVOA, António; ALVIM, Yara. Os professores depois da pandemia. Educação & Sociedade, Campinas, v. 42, e249236, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/ES.249236. Acesso em: 09 maio 2026.

OUYANG, Fan; JIAO, Pengcheng. Artificial intelligence in education: The three paradigms. Computers and Education: Artificial Intelligence, v. 2, 100020, 2021. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100020.

PETTERSSON, Fanny. On the issues of digital competence in educational contexts: a review of literature. Education and Information Technologies, v. 23, p. 1005-1021, 2018. DOI: 10.1007/s10639-017-9649-3.

PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula. Sevilla: Díada Editora, 1997.

RICOEUR, Paul. Do texto à acção: ensaios de hermenêutica II. Tradução de Alcino Cartaxo e Maria José Sarabando. 1.ed. Porto: Rés Editora, 1989.

RICOEUR, Paul. A ideologia e a utopia. Tradução de Sílvio Rosa Filho e Thiago Martins. 1.ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Educação. Referencial Curricular Gaúcho: Ciências da Natureza. Porto Alegre: Secretaria de Estado da Educação, 2018. Disponível em: https://curriculo.educacao.rs.gov.br/. Acesso em: 09 maio 2026.

RODRIGUES, Olira Saraiva; RODRIGUES, Karoline Santos. A inteligência artificial na educação: os desafios do ChatGPT. Texto Livre: Linguagem e Tecnologia, Belo Horizonte, v. 16, e45997, p. 1-16, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.45997. Acesso em: 09 maio 2026.

SAMPAIO JUNIOR, Luiz Henrique. A Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg: reflexões sobre a inserção de novos elementos tecnológicos no ambiente escolar. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v. 103, n. 265, p. 786-807, set./dez. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.103i265.5198. Acesso em: 09 maio 2026.

SANFELICE, José Luís. Hermenêutica, crítica e educação: aproximações entre Gadamer, Ricoeur e Habermas. Revista HISTEDBR On-line, Campinas, v. 16, n. 68, p. 325-343, jun. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.20396/rho.v16i68.8645988. Acesso em: 09 maio 2026.

SELWYN, Neil. Education and technology: key issues and debates. 2.ed. London: Bloomsbury Academic, 2016.

ŞENYÜZ, Bilge; ÖZGEN, Ebru; OĞUZCAN, Anıl Uğur. Integrating GenAI into communication education for “Generation Prompt”: an exploration of academics’ perspectives on its benefits, challenges, and future prospects in Türkiye. Encontros Bibli, Florianópolis, v. 30, e103465, 2025. DOI: 10.5007/1518-2924.2025.e103465.

SILVEIRA, Fernando Lang da. O instrumento de medida denominado diferencial semântico. Educação e Realidade, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 55-62, jul./dez. 1979.

SILVEIRA, Sergio Amadeu da. Democracia e os códigos invisíveis: como os algoritmos estão modulando comportamentos e escolhas políticas. 1.ed. São Paulo: Edições Sesc São Paulo, 2019.

SMETANA, Lara K.; BELL, Randy L. Computer simulations to support science instruction and learning: a critical review of the literature. International Journal of Science Education, v. 34, n. 9, p. 1337-1370, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182. Acesso em: 09 maio 2026.

SOARES, Jackeline Império; OLIVEIRA, Natalia Carvalhaes de; ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo. Inteligências artificiais na educação: uma análise epistemológica das produções acadêmicas. Educitec: Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, v. 12, e276926, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.31417/educitec.v12.2769. Acesso em: 09 maio 2026.

UNESCO. AI and education: guidance for policy-makers. Paris: UNESCO, 2021.

UNESCO. Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa. Paris: UNESCO, 2024.

WILLIAMSON, Ben; EYNON, Rebecca; POTTER, John. Pandemic politics, pedagogies and practices: digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. Learning, Media and Technology, London, v. 45, n. 2, p. 107-114, 2020. DOI: 10.1080/17439884.2020.1761641.

WILLIAMS, Raymond. Televisão: tecnologia e forma cultural. Tradução de Márcio Serelle. 1.ed. Belo Horizonte: PUC Minas, 2016.

WINNER, Langdon. The whale and the reactor: a search for limits in an age of high technology. 1.ed. Chicago: University of Chicago Press, 1986.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Tradução de Cristhian Matheus Herrera. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

YIN, Robert K. Qualitative research from start to finish. 2.ed. New York: Guilford Press, 2016.

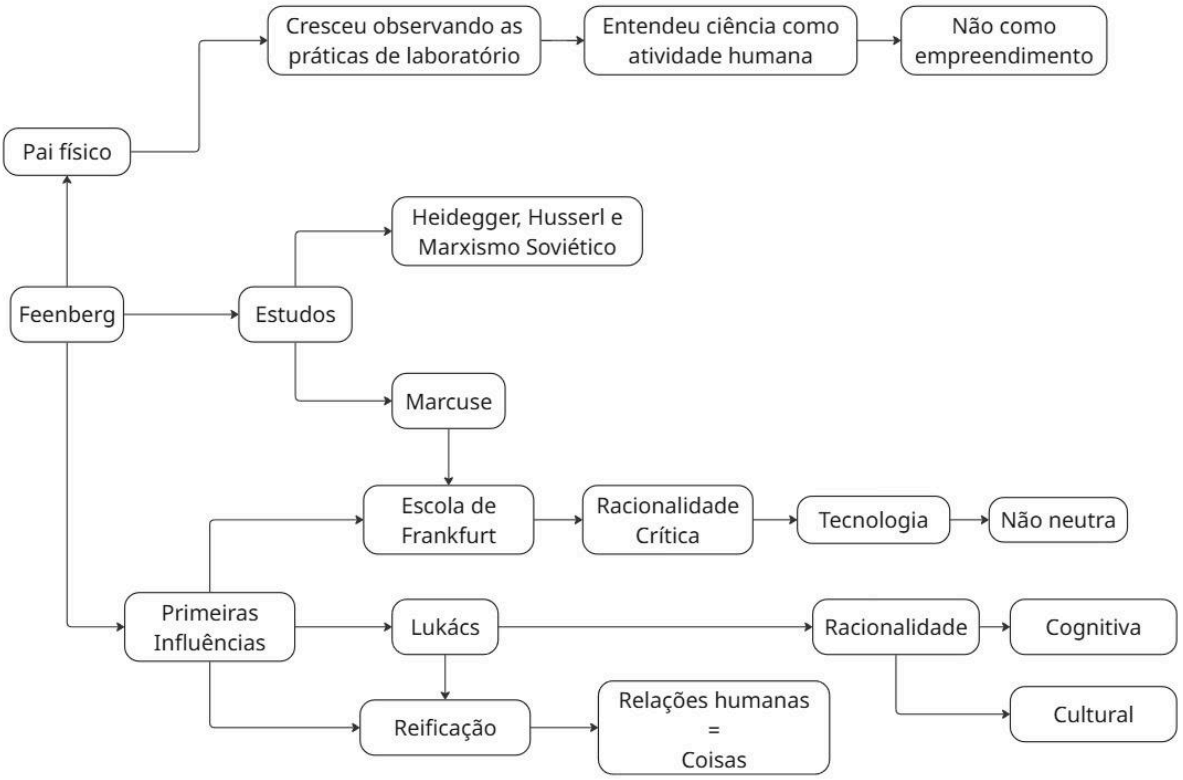
SCHÖN, Donald A. *The reflective practitioner: how professionals think in action*. New York: Basic Books, 1983.

ZAWACKI-RICHTER, Olaf; MARÍN, Victoria I.; BOND, Melissa; GOUVERNEUR, Franziska. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: where are the educators? International Journal of Educational Technology in Higher Education, v. 16, n. 39, 2019. DOI: 10.1186/s41239-019-0171-0.

ZEICHNER, Kenneth M. *A formação reflexiva de professores: ideias e práticas*. Lisboa: Educa, 1993.

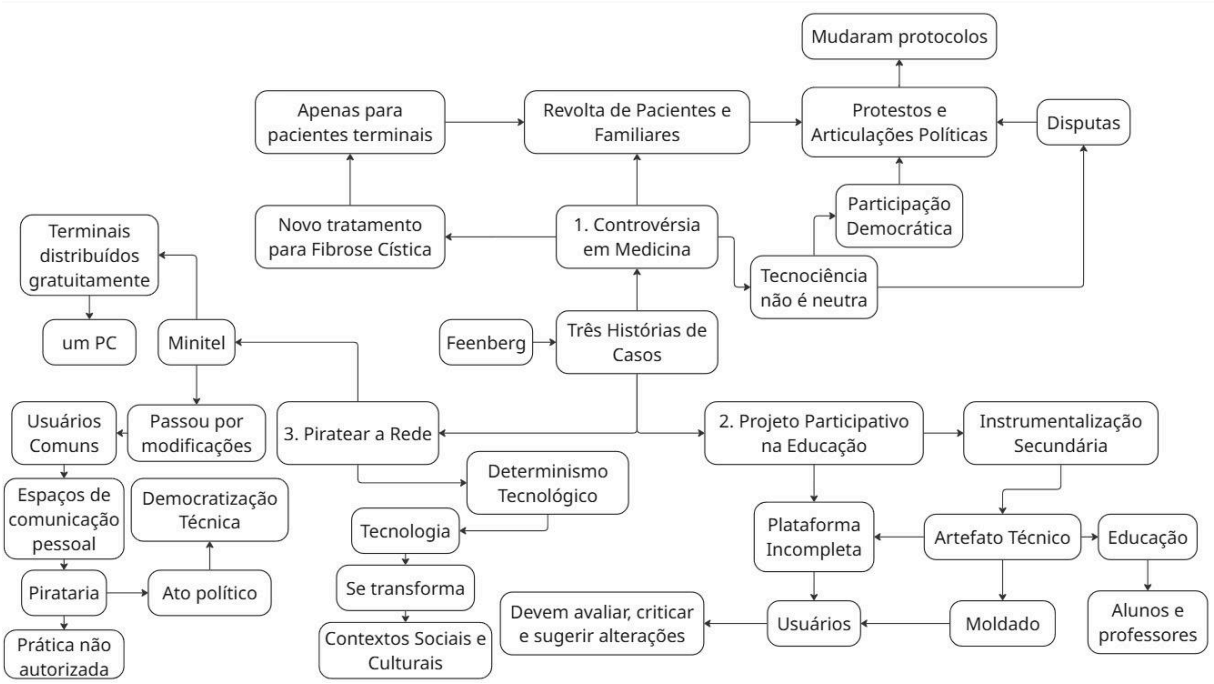
APÊNDICE A - MAPA MENTAL “COMEÇANDO PELO PRINCÍPIO”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Começando pelo princípio”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



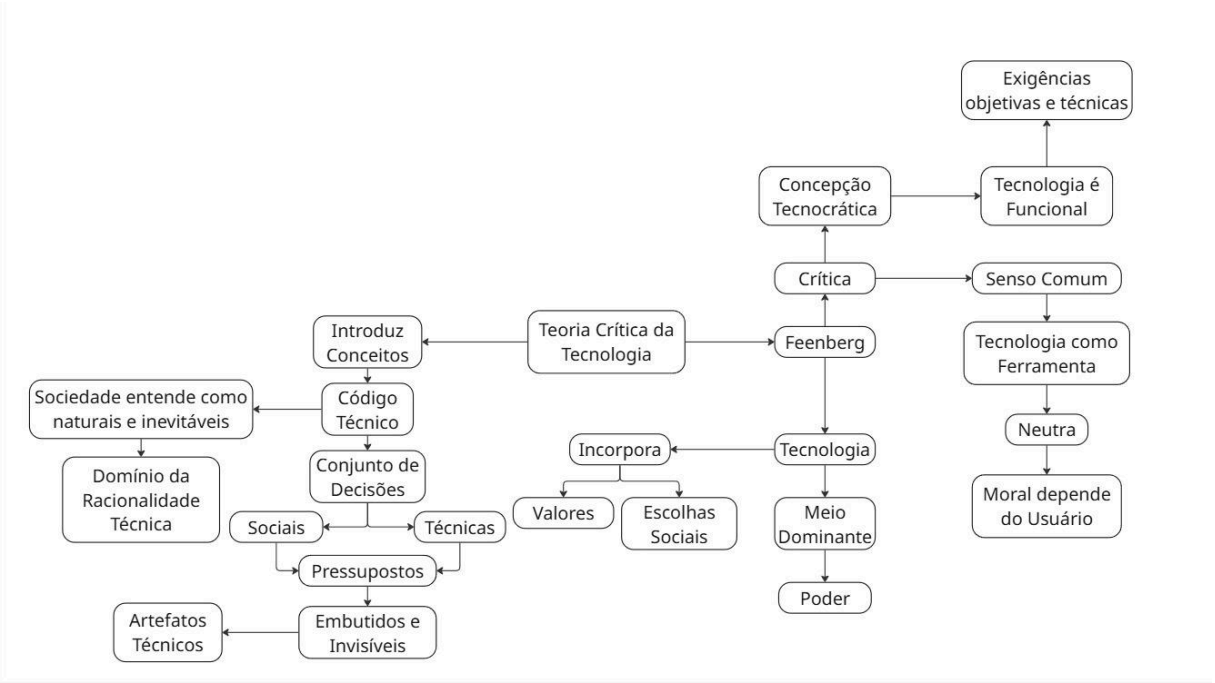
APÊNDICE B - MAPA MENTAL “TRÊS HISTÓRIAS DE CASO”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Três histórias de casos”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



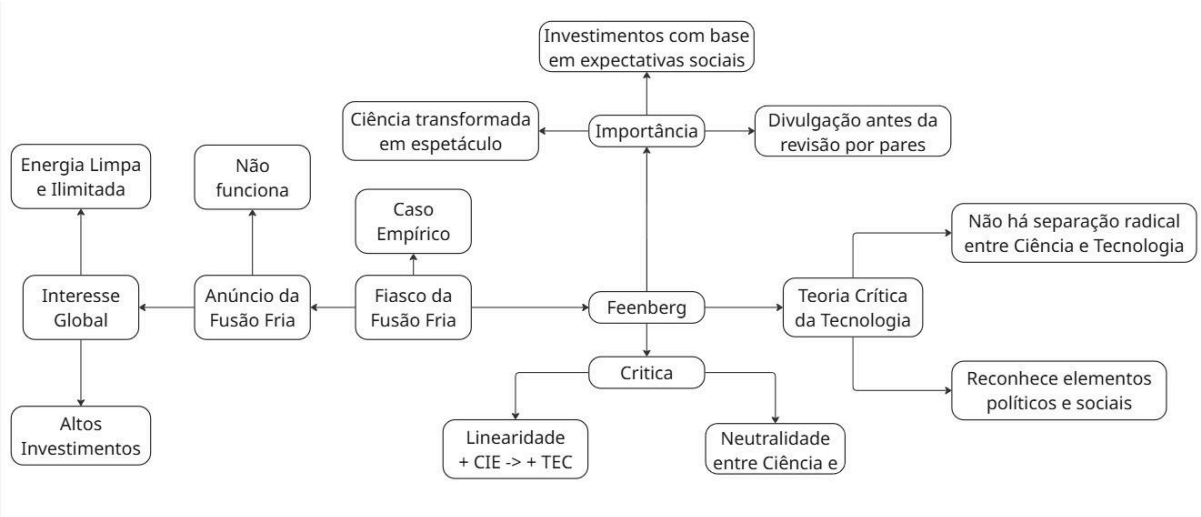
APÊNDICE C - MAPA MENTAL “TEORIA CRÍTICA DA TECNOLOGIA”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Teoria crítica da tecnologia”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



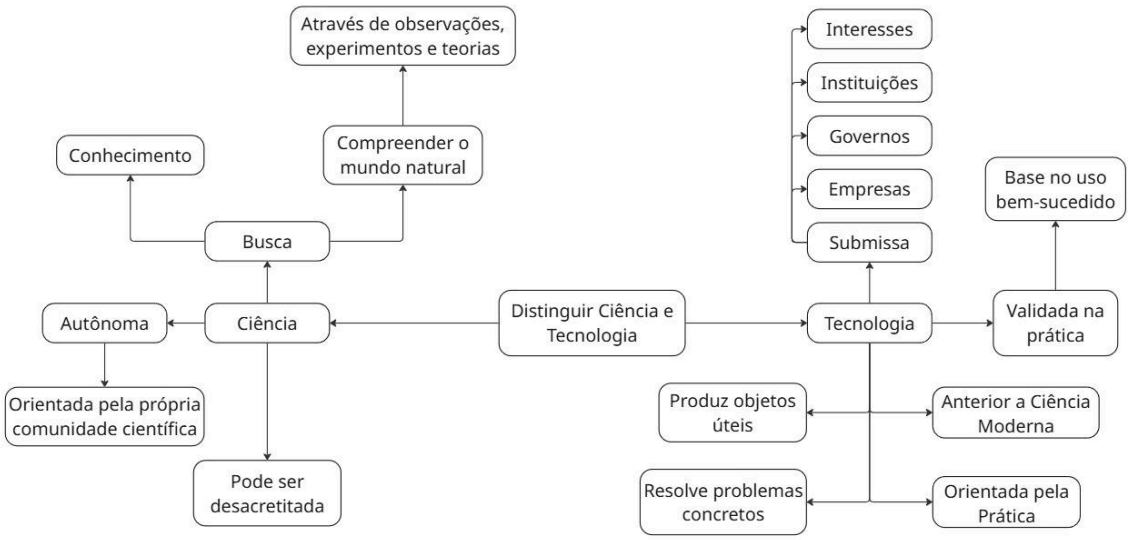
APÊNDICE D - MAPA MENTAL “PRÓLOGO: FIASCO DA FUSÃO FRIA”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Prólogo: o fiasco da fusão fria”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



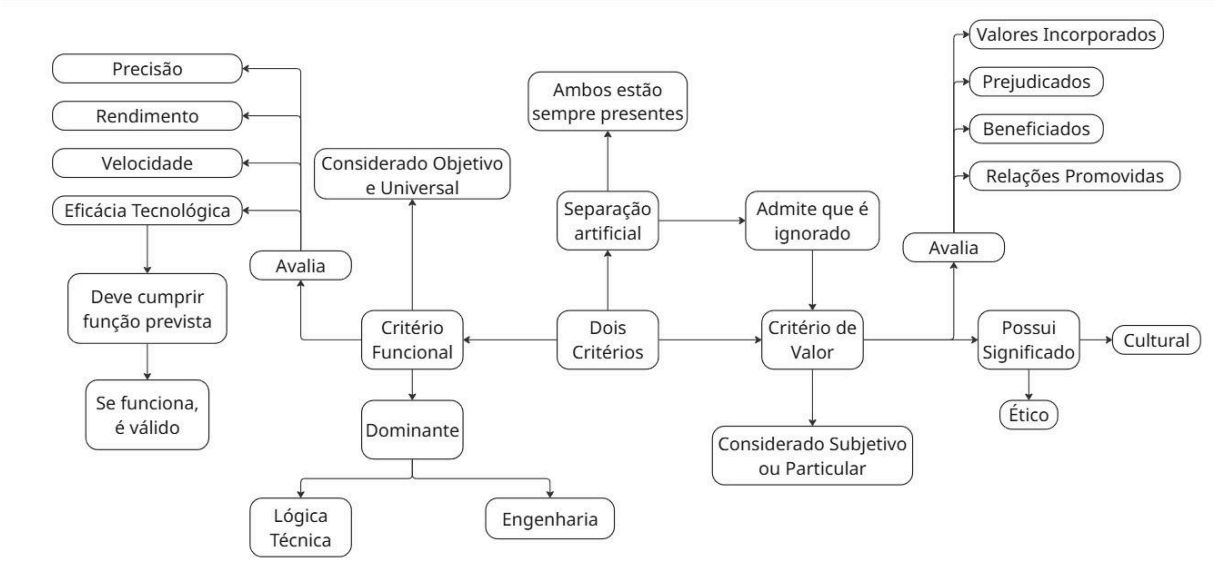
APÊNDICE E - MAPA MENTAL “DISTINGUIR CIÊNCIA E TECNOLOGIA”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Distinguir ciência e tecnologia”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



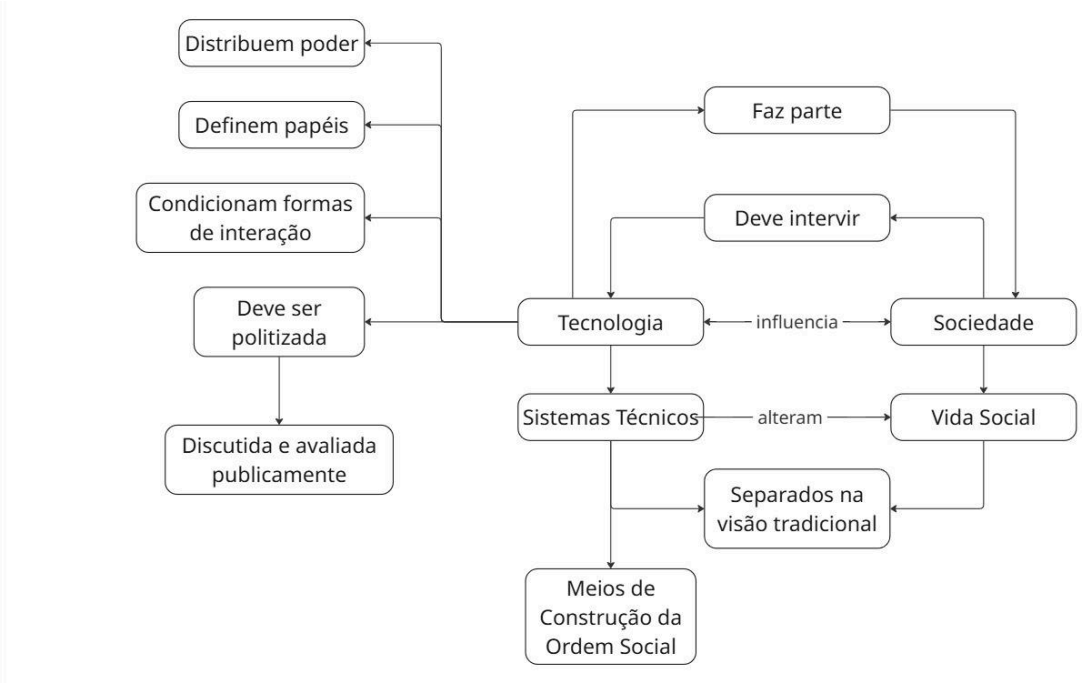
APÊNDICE F - MAPA MENTAL “DOIS CRITÉRIOS”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Dois critérios”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



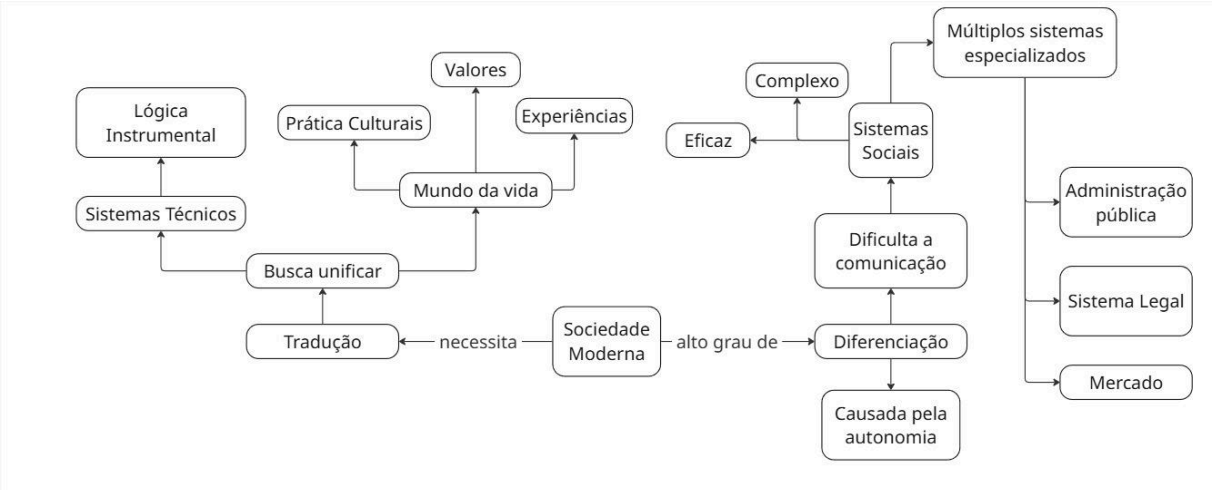
APÊNDICE G - MAPA MENTAL “TECNOLOGIA E SOCIEDADE”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Tecnologia e sociedade”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



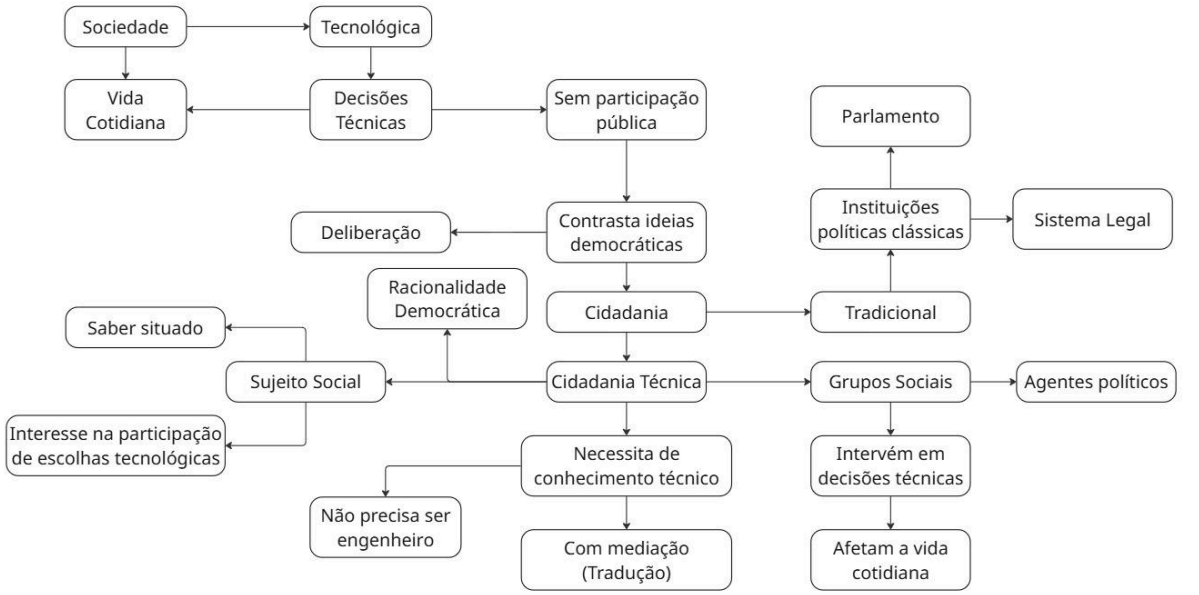
APÊNDICE H - MAPA MENTAL “DIFERENCIAÇÃO E TRADUÇÃO”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Diferenciação e tradução”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



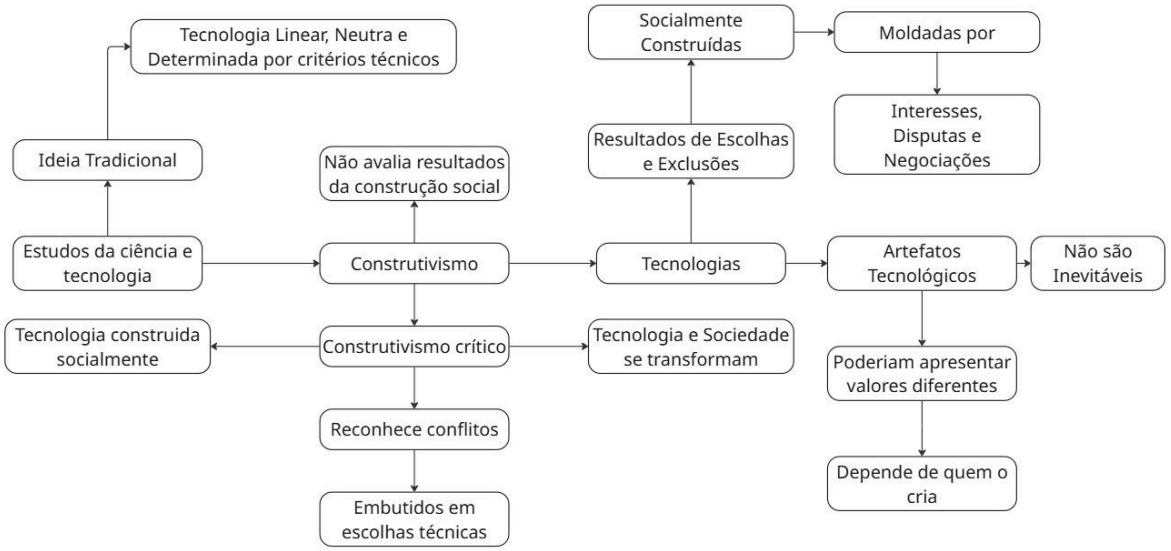
APÊNDICE I - MAPA MENTAL “CIDADANIA TÉCNICA”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Cidadania técnica”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



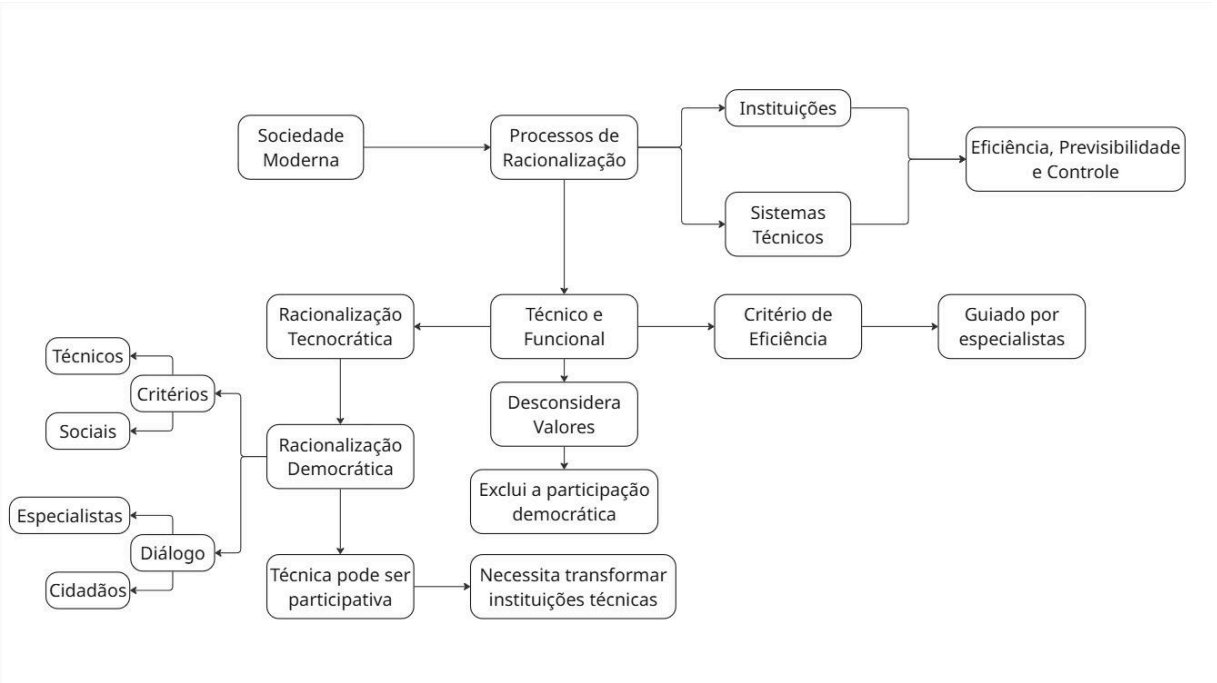
APÊNDICE J - MAPA MENTAL “CONSTRUTIVISMO CRÍTICO”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Construtivismo crítico”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



APÊNDICE K - MAPA MENTAL “RACIONALIZAÇÃO DEMOCRÁTICA”

Mapa mental elaborado a partir da seção “Racionalização democrática”, da obra Tecnologia, Modernidade e Democracia (Feenberg, 2015).



APÊNDICE L - CRONOGRAMA INICIAL DA PESQUISA

DATA	TEMA	DESCRIÇÃO	LEITURA PROPOSTA
05/05	Introdução à formação	Apresentação da proposta, leitura do TCLE e realização do Questionário Inicial.	Sem leitura.
24/05	Filosofias da Tecnologia	Introdução ao papel da tecnologia na sociedade contemporânea, discutindo conceitos básicos como instrumentalismo, substancialismo e determinismo técnico.	Feenberg, 2015, p. 113 - 133
06/06	Introdução à Teoria Crítica da Tecnologia	Exploração dos conceitos iniciais da TCT, como código técnico, instrumentalização, *design*, automação e educação.	Feenberg, 2015, p. 5 - 19.
21/06	Tecnocracia e Democracia no Uso de Tecnologias	Discussão sobre o conflito entre tecnocracia e democracia, enfatizando o papel da participação pública nas decisões tecnológicas.	Freitas e Segatto, 2014, p. 302-320.
12/07	A Influência Social e Cultural das Tecnologias na Educação	Estudo dos impactos culturais e sociais das tecnologias no ambiente educacional, explorando suas ambivalências. Além disso, reflexões sobre como integrar as IA na prática docente.	Feenberg, 2015, p. 65 - 86.
08/08	Inteligências Artificiais: Potenciais e Limitações	Discussão sobre o uso de IA na educação, refletindo sobre as potencialidades para a personalização do ensino e apontando os desafios presentes.	Cardoso et al., 2023, p. 1-25.
23/08	Apresentação dos Planos de Aula	Apresentação dos planos de aula para as regências no PIBID.	Sem leitura.
26/10	Criação de Materiais Didáticos com IA	Oficina prática para desenvolver materiais didáticos com o apoio de IA.	Giraffa e Kohls-Santos, 2023, p. 116-134.
06/11	Democratização e Autonomia no Uso de Tecnologias Educacionais	Reflexão final sobre a democratização do uso de tecnologias na educação e aplicação do Questionário Final.	Sampaio Júnior, 2022, p. 786-807.

APÊNDICE M - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)





UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA
Av. Bento Gonçalvez, 9500, Caixa Postal 15051,
91501-970 – Porto Alegre, RS, Brasil
Tel.: (51)3308-7111

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa de Mestrado Acadêmico em Ensino de Física. A proposta deste termo de consentimento livro e esclarecido é explicar sobre o estudo e solicitar sua permissão para participar do mesmo.

O objetivo desta pesquisa é investigar o impacto do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, especialmente as IA, na formação de professores, considerando as implicações sociais, culturais e pedagógicas analisadas sob a perspectiva da Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg. Sobre a pesquisa:

- sua participação é inteiramente voluntária;
- não haverá despesas para sua participação nesta pesquisa, assim como você não será remunerado(a) para tal;
- os dados coletados nos questionários e a análise das tarefas realizadas serão utilizados apenas para a pesquisa e poderão ser divulgadas em eventos e publicações científicas, sem trazer sua identificação explícita;
- a pesquisa oferece riscos mínimos aos participantes como: algum constrangimento pelas respostas fornecidas na entrevista; aborrecimento por ter que comparecer presencialmente; aborrecimento pela duração da entrevista; constrangimento ou inibição da ação espontânea por conta das gravações audiovisuais. Para atenuar esses riscos buscaremos: manter um ambiente acolhedor e colaborativo; preservar seu anonimato; e você poderá se recusar a responder qualquer pergunta da entrevista, ou qualquer outra solicitação que lhe seja feita;
- para quaisquer problemas que tiver, advindos da pesquisa, os pesquisadores lhe garantem assistência imediata, integral e gratuita;
- você poderá se recusar a responder os questionários ou recusar a utilização do seu material na pesquisa sem que lhe traga quaisquer prejuízos;
- caso ocorra algum dano decorrido da pesquisa, você tem direito à indenização nos termos da lei (Res. CNS 510/2016, VI, Art. 9; Lei 14874/2024, III, Art. 23);
- em relação a pesquisa, os questionários e as atividades são voltadas a sua percepção sobre os conceitos que englobam tecnologias e a formação docente;
- você tem direito de ser informado sobre os resultados da pesquisa de forma acessível e compreensível, para isso basta informar ao pesquisador responsável seu interesse;

- você poderá retirar seu consentimento ou interromper sua participação na pesquisa a qualquer momento, sem que lhe traga prejuízos algum, antes da divulgação dos resultados, bastando para isso comunicar ao pesquisador responsável;
- esse termo de consentimento foi elaborado em duas vias, sendo uma via para você, participante da pesquisa, e outra para o pesquisador responsável;
- todos os dados e documentos coletados serão armazenados em arquivo, físico ou digital, nas dependências do Instituto de Física/UFRGS, sob a guarda do pesquisador responsável Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio por um período mínimo de cinco anos após o término da pesquisa.
-

Os benefícios e vantagens em participar são: indiretamente relacionados aos sujeitos da pesquisa, e referentes ao avanço da compreensão sobre o tema investigado no campo do Ensino de Física; e diretamente relacionados aos participantes, quanto à promoção de um processo formativo que visa refletir sobre a utilização crítica de tecnologias de Inteligência Artificial na prática docente, fomentando um aprofundamento teórico dos sujeitos. Os resultados destes estudos, possibilitará o avanço de outros estudos referente ao mestrado em Ensino de Física.

DECLARAÇÃO

Eu, _____, declaro que entendi os objetivos desta pesquisa, bem como, a forma como ela será conduzida e a maneira de participação a qual estarei submetido(a). Eu li e compreendi este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, portanto, concordo em participar.

Em relação a gravação da minha imagem e voz durante a pesquisa para futuras transcrições dos pesquisadores e análise:

[ ] autorizo a gravação da minha voz e gravação de imagens durante os encontros de formação;
[ ] autorizo a gravação da voz durante os encontros de formação, mas não a gravação de imagens;
[ ] autorizo a gravação de imagens durante os encontros de formação, mas não a gravação da voz;
[ ] não autorizo a gravação da voz e gravações de imagens durante os encontros de formação;
[ ] autorizo a utilização das minhas respostas no Questionário Inicial e Final;
[ ] não autorizo a utilização das minhas respostas no Questionário Inicial e Final;
[ ] autorizo a utilização das tarefas desenvolvidas por mim ao longo dos encontros;
[ ] não autorizo a utilização das tarefas desenvolvidas por mim ao longo dos encontros.

Fui informado(a) de que posso solicitar uma cópia da gravação, caso seja de meu interesse. Atesto ter recebido uma cópia deste Termo, assinado pelo pesquisador responsável.

_____
Assinatura do(a) participante.

Porto Alegre,____ de _____ de 20___.

Dr. Dioni Paulo Pastorio, pesquisador responsável.

Eu, Leonardo Alencastro Vanin Dutra de Souza, membro da equipe do projeto – A criticidade de professores em formação frente às inteligências artificiais: uma análise sob a Teoria Crítica da Tecnologia de Feenberg. Obtive de forma apropriada e voluntária o consentimento Livre e Esclarecido e Autorização de utilização de voz e imagem, do(a) sujeito(a) para a participação na pesquisa.

Leonardo Alencastro Vanin Dutra de Souza, mestrando.

APÊNDICE N – AFIRMAÇÕES USADAS NO QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES

Tabela 27: Conjunto completo das 51 afirmações, acompanhado das categorias associadas e da indicação dos itens de recodificação invertida.

Nº	**Afirmação**	**Categoria(s) associada(s)**	**Recodificação invertida**
1	A tecnologia é uma ferramenta neutra e seu impacto depende exclusivamente do uso que as pessoas fazem dela.	C1, C4	Sim
2	O desenvolvimento tecnológico ocorre independentemente de fatores políticos, culturais e econômicos.	C1, C4	Sim
3	Duas tecnologias com a mesma função técnica sempre terão os mesmos impactos sociais e culturais.	C1, C4, C7	Sim
4	Os avanços tecnológicos são sempre positivos e impulsionam a sociedade para o progresso.	C1, C2, C7	Sim
5	Uma mesma tecnologia pode ser usada tanto para a inclusão social quanto para a exclusão, dependendo de quem a controla.	C1, C2, C3, C7	Não
6	Os impactos de uma tecnologia na educação são determinados apenas pela forma como os professores a utilizam.	C1, C4, C8	Sim
7	O *design* de um *software* educacional reflete escolhas políticas e pedagógicas, mesmo que seus desenvolvedores não percebam.	C1, C4, C7	Não
8	A inteligência artificial pode substituir o professor sem afetar a dinâmica pedagógica da sala de aula.	C1, C8	Sim
9	A tecnologia educacional pode ser analisada separadamente de questões sociais e culturais.	C1, C4, C7	Sim
10	A tecnologia sempre traz benefícios à sociedade, pois aprimora processos e amplia possibilidades.	C2, C7	Sim
11	As tecnologias digitais reduzem desigualdades sociais ao democratizar o acesso à informação.	C2, C3, C7	Sim
12	O acesso às tecnologias digitais pode ampliar desigualdades sociais, pois nem todos têm as mesmas condições de utilizá-las plenamente.	C2, C3, C7	Não

13	A inteligência artificial na educação melhora a aprendizagem ao personalizar o ensino e atender às necessidades individuais dos alunos.	C2, C6, C8	Não
14	O uso da inteligência artificial na educação pode padronizar o ensino e limitar a autonomia dos professores e alunos.	C2, C4, C8	Não
15	A introdução de novas tecnologias na sala de aula pode criar desafios para professores e alunos, exigindo adaptações e novas práticas pedagógicas.	C2, C6, C8	Não
16	O avanço tecnológico beneficia toda a sociedade, pois torna produtos e serviços mais acessíveis a todos.	C2, C3, C7	Sim
17	Mesmo que uma tecnologia esteja disponível, nem todas as pessoas têm as mesmas condições de acessá-la e utilizá-la de forma igualitária.	C3, C7	Não
18	A internet e as novas tecnologias garantem a participação democrática, permitindo que qualquer pessoa tenha voz ativa na sociedade.	C2, C3, C7	Sim
19	A inteligência artificial pode ser uma ferramenta para democratizar o ensino, tornando o aprendizado acessível a mais pessoas.	C2, C3, C8	Não
20	A introdução de inteligência artificial na educação pode aumentar a exclusão, pois muitos alunos e professores não têm os recursos ou conhecimentos necessários para usá-la.	C2, C3, C7, C8	Não
21	Qualquer escola pode adotar tecnologia educacional de ponta se houver interesse dos gestores e professores.	C1, C3, C7	Sim
22	A adoção de tecnologias educacionais depende de fatores como orçamento, políticas públicas e infraestrutura das escolas.	C3, C7	Não
23	A regulação e o controle público sobre as tecnologias são desnecessários, pois o mercado naturalmente expande o acesso à tecnologia para todos.	C1, C3, C7	Sim
24	Para que a tecnologia seja realmente democrática, é necessário que haja políticas públicas que garantam acesso e equidade.	C3, C7	Não
25	A tecnologia é desenvolvida com base em critérios puramente técnicos e científicos, sem influência de	C1, C4	Sim

	valores sociais ou culturais.		
26	Os algoritmos de inteligência artificial são imparciais e apenas processam dados de forma objetiva.	C1, C4	Sim
27	Os algoritmos de inteligência artificial podem reproduzir e amplificar preconceitos sociais e econômicos.	C2, C4, C7	Não
28	Os professores podem adaptar qualquer tecnologia educacional à sua realidade, independentemente dos valores embutidos nela.	C1, C4, C5, C8	Sim
29	O uso crítico da tecnologia na educação exige que os professores compreendam os valores e pressupostos técnicos que ela carrega.	C4, C8	Não
30	As tecnologias educacionais não são apenas ferramentas, pois já vêm com restrições e finalidades predefinidas pelo seu *design*.	C1, C4, C5	Não
31	Os *softwares* educacionais podem ser aplicados em qualquer contexto de ensino sem necessidade de adaptações.	C1, C4, C5, C7	Sim
32	O sucesso do uso de uma tecnologia educacional depende de sua adaptação às necessidades específicas de cada sala de aula.	C2, C4, C5, C7	Não
33	A adoção de novas tecnologias pode modificar a dinâmica da sala de aula, alterando o papel do professor e dos alunos.	C5, C6, C8	Não
34	A tecnologia, por si só, não muda os métodos de ensino; ela apenas complementa práticas já existentes.	C1, C5, C6, C8	Sim
35	O uso de tecnologia pode levar à criação de novas formas de ensinar e aprender, transformando a prática pedagógica.	C2, C5, C6, C8	Não
36	As tecnologias digitais sempre aumentam a autonomia dos professores no processo de ensino.	C2, C5, C8	Sim
37	O uso de algumas tecnologias educacionais pode limitar a autonomia do professor, impondo métodos específicos de ensino.	C2, C4, C5, C8	Não
38	A introdução de novas tecnologias no dia a dia das pessoas acontece de forma natural e espontânea, sem necessidade de mediação ou adaptação.	C1, C6, C7	Sim

39	A adoção de novas tecnologias transforma hábitos, comportamentos e relações sociais, exigindo adaptação constante das pessoas.	C2, C6, C7	Não
40	O uso excessivo de tecnologias pode gerar dependência e aumentar a sobrecarga de informações na vida cotidiana.	C2, C6, C7	Não
41	A tecnologia permite maior liberdade e flexibilidade no trabalho e na educação, possibilitando novas formas de organização da rotina.	C2, C6, C7	Não
42	O uso crescente de tecnologia no trabalho e na educação pode aumentar a pressão por disponibilidade constante e reduzir o tempo de descanso.	C2, C6, C7	Não
43	A tecnologia promove integração social ao facilitar a comunicação e o acesso à informação para todos.	C2, C3, C7	Sim
44	O uso de redes sociais e outras tecnologias digitais fortalece a diversidade cultural ao permitir maior visibilidade para diferentes grupos.	C2, C3, C7	Não
45	O acesso irrestrito à tecnologia garante liberdade de expressão e participação ativa na sociedade.	C2, C3, C7	Sim
46	O controle das tecnologias por grandes corporações pode limitar a liberdade de expressão e restringir o debate público.	C2, C3, C7	Não
47	As tecnologias digitais ajudam a preservar o conhecimento tradicional e a identidade cultural dos povos.	C2, C3, C7	Não
48	A digitalização do conhecimento pode enfraquecer práticas culturais tradicionais, substituindo-as por modelos tecnológicos globalizados.	C2, C6, C7	Não
49	A automação educacional pode sobrecarregar os professores, exigindo que dominem múltiplas plataformas e se adaptem a novas demandas tecnológicas.	C6, C7, C8	Não
50	A inteligência artificial pode substituir completamente o professor em algumas disciplinas e níveis de ensino.	C1, C2, C8	Sim
51	A presença do professor é insubstituível na educação, pois a aprendizagem envolve aspectos humanos que a automação não consegue reproduzir.	C2, C7, C8	Não

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE O – ENUNCIADOS DAS TAREFAS FORMATIVAS

TAREFA 1 – ANÁLISE DE UMA TECNOLOGIA EDUCACIONAL À LUZ DA TCT

Salve, povo!

Com base na leitura do Encontro 9 (Feenberg, 2015, p. 5-19), vocês devem escolher uma Tecnologia Educacional, seja digital (como Kahoot, ChatGPT e Phet), organizacional (como registro online de desempenho e matrizes de competência) ou cultural (como o uso informal do WhatsApp para fins escolares ou implementação de disciplinas de cultura maker e cultura digital), e identificar os códigos técnicos incorporados nessa tecnologia, destacando também, características das instrumentalizações primária e secundária no seu uso.

A tarefa é individual e deve ser entregue até o dia 14/06.

Formato da tarefa:

- Texto único (sem seções ou capítulos);
- Fonte Arial, Calibre ou Times New Roman tamanho 12;
- Texto justificado;
- Até duas páginas;
- Sugestão: citar trechos específicos do texto para embasar a discussão.

Qualquer dúvida, estou à disposição!

Att. Leonardo Vanin

TAREFA 2 – EXPERIÊNCIA DE PLANEJAMENTO COM IAG

Salve, povo!
Para essa atividade vocês devem escolher uma ferramenta de Inteligência Artificial generativa (como ChatGPT, Gemini, Copilot ou similar) e solicite a criação de uma unidade didática ou plano de aula para algum componente curricular de Física ou Ciências. No próximo encontro, vocês apresentarão:

- Os prompts utilizados em cada etapa da interação
- O plano ou unidade didática gerada
- Comentários pessoais sobre o processo:
- Quais aspectos você considera positivos ou limitantes no que foi produzido?
- O que você mudaria, caso fosse aplicar o material desenvolvido?
- Como o material desenvolvido se relaciona com os conceitos de neutralidade tecnológica, código técnico, tecnocracia e democratização discutidos em nossos encontros?

Aqui vocês deverão anexar o link compartilhado do chat desenvolvido ou arquivo com a

conversa (sem necessidade de formatação, apenas o famoso Ctrl+C e Ctrl+V). Caso tenham dificuldade em compartilhar o chat me avisem.

Qualquer dúvida ou esclarecimento, estou à disposição!

Att. Leonardo Vanin

TAREFA 3 – PLANO DE AULA PARA REGÊNCIA NO PIBID

Salve, povo!
Para o próximo encontro, vocês deverão iniciar o desenvolvimento das suas unidades didáticas que serão aplicadas no [nome da escola]. Além disso, quero que já desenvolvam ao menos um esboço do que será a primeira aula. No próximo encontro vocês apresentarão em até 10 minutos:

- Breve contextualização do tema e público-alvo
- Objetivos gerais e específicos da unidade
- Apresentação do primeiro plano de aula
- Justificativa das escolhas metodológicas e uso das tecnologias com base nos conceitos que trabalhamos
- Método de Avaliação

Lembrem-se que vocês devem utilizar alguma Inteligência Artificial ao longo da unidade, seja de forma instrumental (como recurso para a aplicação em aula) ou substantiva (como objeto de reflexão sobre tecnologia).

Qualquer dúvida ou esclarecimento, estou à disposição!

Att. Leonardo Vanin