

**CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO EM AÇÃO E PESSOAL SOBRE A
CIÊNCIA DE MESTRANDOS EM ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA:
MOBILIZAÇÕES E REFLEXÕES A PARTIR DE UMA SITUAÇÃO DIDÁTICA FICTÍCIA**

*PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE IN ACTION AND PERSONAL PCK ABOUT
SCIENCE OF MASTER'S STUDENTS IN NATURAL SCIENCES EDUCATION:
MOBILIZATIONS AND REFLECTIONS FROM A FICTIONAL DIDACTIC SITUATION*

*CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO EN ACCIÓN Y PERSONAL SOBRE
LA CIENCIA DE MAESTRANDOS EN ENSEÑANZA DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA:
MOVILIZACIONES Y REFLEXIONES A PARTIR DE UNA SITUACIÓN DIDÁCTICA FICTICIA*

BONIEK VENCESLAU DA CRUZ SILVA¹

RESUMO

Este trabalho vincula-se à área de Formação de Professores de Ciências, apresentando como objetivo da pesquisa caracterizar como mestrandos em Ensino de Ciências mobilizam e refletem sobre o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo em ação (ePCK, em inglês) e retroalimentam seu Conhecimento Pedagógico do Conteúdo pessoal (pPCK, em inglês) diante de dilemas sobre a Natureza da Ciência. Por meio de abordagem qualitativa, utilizou-se a triangulação entre Escala Likert e uma Situação Didática Fictícia (SDF) para simular tomadas de decisão em sala de aula. Os resultados evidenciam um hiato entre o discurso progressista e a prática. Notou que sob pressão, os docentes recuam para posturas tradicionais ao gerenciarem conflitos como negacionismo e machismo, priorizando a manutenção da autoridade em detrimento da mediação sociocientífica. Identificou-se que a mobilização do ePCK é limitada pela insegurança teórica em epistemologia, evidenciando lacunas no pPCK. Conclui-se que a SDF atua como um espelho metacognitivo, essencial para que professores identifiquem tais fragilidades e retroalimentem seus conhecimentos, qualificando a formação crítica no Ensino de Ciências.

Palavras-chave: Conhecimento Pedagógico do Conteúdo; Formação de Professores de Ciências; Situação Didáticas Fictícias.

ABSTRACT

This study is linked to the field of Science Teacher Education, and its research objective is to characterize how master's students in Science Education mobilize and reflect on Pedagogical Content Knowledge in action (ePCK) and provide feedback to their personal Pedagogical Content Knowledge (pPCK) when faced with dilemmas about the Nature of Science. Through a qualitative approach, triangulation was employed between a Likert Scale and a Fictional Didactic Situation (FDS) to simulate classroom decision-making. The results reveal a gap between progressive discourse and actual practice. It was noted that, under pressure, teachers retreat to traditional stances when managing conflicts such as denialism and sexism, prioritizing the maintenance of authority over socio-scientific mediation. The findings indicate that the mobilization of ePCK is limited by theoretical insecurity in epistemology, highlighting gaps in pPCK. It is concluded that the FDS acts as a metacognitive mirror, essential for teachers to identify such weaknesses and provide feedback to their knowledge base, thereby qualifying critical training in Science Education.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge; Science Teacher Education; Fictional Didactic Situations.

¹ Doutor (2018) e Mestre (2010) em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Licenciado em Física (2005) pela mesma instituição. E-mail: boniek@ufpi.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1648-2652>

RESUMEN

Este trabajo se vincula al área de Formación de Profesores de Ciencias, y su objetivo de investigación es caracterizar cómo los estudiantes de máster en Didáctica de las Ciencias movilizan y reflexionan sobre el Conocimiento Pedagógico del Contenido en acción (ePCK, en Inglés) y proporcionan retroalimentación a su Conocimiento Pedagógico del Contenido personal (pPCK, en Inglés) cuando se enfrentan a dilemas sobre la Naturaleza de la Ciencia. Por medio de un enfoque cualitativo, se utilizó la triangulación entre la Escala Likert y una Situación Didáctica Ficticia (SDF) para simular tomas de decisión en el aula. Los resultados evidencian un hiato entre el discurso progresista y la práctica. Se notó que, bajo presión, los docentes retroceden hacia posturas tradicionales al gestionar conflictos como el negacionismo y el machismo, priorizando el mantenimiento de la autoridad en detrimento de la mediación sociocientífica. Se identificó que la movilización del ePCK está limitada por la inseguridad teórica en epistemología, evidenciando lagunas en el pPCK. Se concluye que la SDF actúa como un espejo metacognitivo, esencial para que los profesores identifiquen tales fragilidades y retroalimenten sus conocimientos, cualificando la formación crítica en la Enseñanza de Ciencias.

Palabras-clave: Conocimiento Pedagógico del Contenido; Formación de Profesores de Ciencias; Situaciones Didácticas Ficticias.

INTRODUÇÃO

A base de conhecimentos para o ensino tem sido um campo de investigação central na educação em ciências desde a década de 1980. Shulman (1986, 1987) introduziu o conceito de Pedagogical Content Knowledge (PCK). Para Shulman (1987), este conhecimento representa o amálgama entre o conteúdo e a pedagogia, sendo a marca distintiva da profissão docente. A compreensão sobre a natureza do conhecimento que fundamenta a prática docente ganhou contornos definitivos a partir da década de 1980. Para Shulman (1987), este conhecimento representa a capacidade do professor de transformar o conteúdo disciplinar em formas pedagogicamente compreensíveis, constituindo o amálgama entre conteúdo e pedagogia.

Esse referencial foi fundamental para estabelecer uma identidade profissional clara, distinguindo o professor de ciências de um cientista bacharel. Como aponta Fernandez (2015), o PCK é o conhecimento que os professores utilizam especificamente no processo de ensino, delimitando e caracterizando a profissão docente perante outras áreas do saber.

As proposições originais de Shulman fundamentaram o conhecimento docente como uma área de investigação acadêmica autônoma e estruturada. Abell (2008) destaca que, após décadas, o PCK permanece como uma ideia poderosa para compreender como os professores reconstróem um tópico para torná-lo ensinável. Esse campo de pesquisa permitiu que a comunidade científica passasse a investigar sistematicamente a aprendizagem do professor e o desenvolvimento de estratégias para antecipar e superar as dificuldades dos alunos.

Ao longo de quatro décadas, o conceito de PCK passou por intensos debates epistemológicos e revisões. Fernandez (2015) observa que, apesar da importância internacional do construto, a literatura em português ainda enfrentava desafios de tradução e sistematização. Esse percurso histórico de discussões sobre se o PCK seria uma integração de outros conhecimentos ou uma transformação única (Kind, 2009) exigiu um esforço coletivo da comunidade de pesquisadores para buscar uma base comum.

Essa busca por consenso culminou na realização de cúpulas internacionais (PCK Summits), onde pesquisadores de todo o mundo uniram esforços para sintetizar décadas de investigação. Como resultado desse amadurecimento teórico de 40 anos, foi apresentado o Modelo Consensual Refinado (MCR) do PCK de

Carlson e Daehler (2019). O MCR não apenas consolidou o conceito, mas ofereceu uma estrutura multicamada para descrever como os conhecimentos e experiências moldam a prática docente (Carlson; Daehler, 2019).

O MCR define o PCK através de três domínios distintos: o coletivo, o pessoal e o PCK em ação (in Action PCK - ePCK). O PCK coletivo refere-se ao conhecimento público e compartilhado pela comunidade; o pessoal (Personal Pedagogical Content - Knowledge - pPCK) é o conhecimento único e individualizado de cada professor, desenvolvido ao longo de sua trajetória; e o ePCK é o conhecimento mobilizado especificamente durante os microciclos de planejamento, ensino e reflexão (Carlson; Daehler, 2019).

Apesar da clareza teórica do MCR, o acesso ao ePCK permanece um desafio metodológico constante. Por ser um conhecimento inerentemente tácito e volátil, ele se manifesta plenamente apenas no calor do momento da prática pedagógica. Carlson e Daehler (2019) explicam que o ePCK é mediado por filtros e amplificadores, como as crenças e atitudes do professor, o que torna sua observação direta uma tarefa complexa para os investigadores.

Historicamente, a tentativa de capturar esse saber docente utilizou instrumentos consolidados, como o Content Representation (CoRe) e os Pedagogical Professional-experience Repertoires (PaP-eRs), propostos por Loughran e colaboradores (2001) Loughran; Mulhall; Berry, 2004). O CoRe, em particular, foi desenhado para permitir que os professores articulassem o “porquê”, o “quê” e o “como” de ensinarem um tópico específico, buscando transformar o conhecimento tácito em explícito.

Entretanto, o uso prolongado desses instrumentos revelou limitações significativas. Fernandez (2015) já sinalizava a necessidade de análises críticas aos modelos propostos para o acesso ao PCK. Críticas mais recentes, como as de Sannert, van Driel e Krell (2025), questionam se o CoRe pode realmente capturar com precisão os componentes-chave do PCK. Esses autores sugerem que o instrumento muitas vezes falha em refletir a prática real, capturando apenas uma dimensão declarativa ou idealizada do ensino.

A problemática central reside no fato de que o CoRe e os PaP-eRs tendem a ser retrospectivos e posicionais. Eles dependem fortemente da habilidade narrativa do professor e de sua memória sobre eventos passados. Conforme discutido por Sannert, van Driel e Krell (2025), existe o risco de os professores descreverem o que acreditam que deveriam fazer (o plano ideal), em vez do que realmente conseguem mobilizar durante a pressão contextual de uma aula interativa.

Essa lacuna metodológica é especialmente evidente quando investigamos professores de ciências experientes. Estes docentes, com anos de atuação na educação básica, possuem repertórios práticos vastos, mas que muitas vezes operam de forma automática. No contexto de um mestrado acadêmico em ensino de ciências, onde esses mestrandos são confrontados com novos referenciais teóricos sobre a Filosofia da Ciência, os instrumentos tradicionais podem não ser sensíveis o suficiente para captar as nuances dessa transição de saberes.

Dito isto, neste trabalho, temos como objetivo central da pesquisa, a saber: caracterizar como mestrandos em Ensino de Ciências mobilizam e refletem sobre o ePCK e retroalimentam seu pPCK diante de dilemas sobre a Natureza da Ciência.

Nesse cenário, surge a pergunta de pesquisa: De que maneira a Situação Didática Fictícia (SDF) permite acessar o ePCK sobre a Ciência e como a reflexão gerada por esse instrumento retroalimenta o pPCK desses professores experientes matriculados em um mestrado acadêmico em Ensino de Ciências da Natureza? A busca por essa resposta exige um dispositivo que simule a pressão do contexto de sala de aula sem os vieses da retrospectiva.

A investigação foca-se em uma universidade pública do nordeste do Brasil, especificamente na disciplina de Didática das Ciências, na qual os participantes participaram de discussões de um modelo de Filosofia da Ciência e seu ensino, centrada na problematização da imagem do cientista e da Ciência e fundamentada em autores como Karl Popper, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend e Gaston Bachelard. O objetivo é compreender

como o estudo de temas polêmicos - como o negacionismo e o machismo na ciência - desafia o ePCK desses docentes. A complexidade dessas situações exige que o professor vá além do discurso planejado e tome decisões pedagógicas imediatas para mediar conflitos cognitivos entre os alunos simulados.

Para superar as deficiências das simulações e relatos tradicionais, propõe-se a Situação Didática Fictícia (SDF) como uma ferramenta de objetivação do ePCK. Ao contrário do CoRe, a SDF não pergunta o que o professor faria; ela o coloca em um cenário verossímil onde ele precisa fazer. Isso permite acessar o raciocínio pedagógico e a tomada de decisão no presente, oferecendo um espelho metacognitivo que potencializa o desenvolvimento docente e a reestruturação do seu pPCK.

Compreendidos o legado de Shulman e os desafios impostos pelo MCR, torna-se necessário aprofundar a discussão sobre como a transição metodológica dos instrumentos clássicos para os dispositivos de simulação pode oferecer novos horizontes para a pesquisa. A seguir, discutiremos as tensões entre a tradição e a inovação a partir das SDF.

DOS INSTRUMENTOS TRADICIONAIS PARA AS SDF: CONTRIBUIÇÕES PARA O ACESSO AO ePCK

A evolução da pesquisa sobre o PCK exigiu o desenvolvimento de ferramentas capazes de capturar a complexidade do saber docente. Historicamente, essa busca consolidou instrumentos que tentavam exteriorizar o conhecimento tácito através da representação e da narrativa.

O CoRe surgiu como uma resposta à necessidade de documentar o PCK de forma sistemática. Conforme detalhado por Loughran; Mulhall; Berry (2004) e Loughran *et al.* (2001), o CoRe funciona como uma matriz de questões projetada para explicitar o pensamento dos professores sobre um tópico específico. Ele busca investigar o porquê, o quê e o como do ensino, focando nos objetivos de aprendizagem, no conhecimento das dificuldades dos alunos e nas estratégias de ensino que tornam o conteúdo compreensível.

Complementando o CoRe, os PaP-eRs são introduzidos como narrativas ricas que ilustram a prática descrita na matriz. Enquanto o CoRe oferece uma visão panorâmica e proposicional, os PaP-eRs oferecem “janelas” para a prática real, permitindo que outros professores e pesquisadores compreendam a aplicação do PCK em contextos específicos, tornando o conhecimento menos abstrato e mais relacional (Loughran *et al.*, 2001). Apesar da importância desses instrumentos, a literatura recente aponta limitações metodológicas significativas. Sannert, van Driel e Krell (2025) questionam se o CoRe pode capturar com precisão todos os componentes do PCK, destacando que ele depende fortemente da habilidade declarativa do professor. Da mesma forma, Silva (2026) analisa criticamente esses modelos, indicando que instrumentos baseados em relatos podem sofrer do viés da idealização.

Para superar essas lacunas, surge a Situação Didática Fictícia (SDF) como um simulador de ePCK. Diferente do relato retrospectivo, a SDF coloca o docente em um cenário de decisão imediata. Segundo Silva (2026), a arquitetura de uma SDF compõe-se de:

(a) Cenário Verossímil: Um contexto de sala de aula ou cotidiano que o professor reconheça como autêntico. O cenário é desenhado para apresentar dilemas práticos onde o conhecimento científico é posto à prova por situações cotidianas - como no exemplo da SDF do trabalho, a imagem do cientista e da Ciência distorcidas. Esse design garante que o professor não responda apenas a uma pergunta teórica, mas que se sinta imerso em uma situação de mediação real.

(b) Personagens com Filtros: Alunos (como Enzo, Thiago ou Mariana, na SDF deste trabalho) que representam modelos mentais específicos, concepções alternativas ou dificuldades de aprendizagens (machismo, negacionismo, dogmatismo). Ao projetar personagens que manifestam barreiras ideológicas ou dogmáticas, a SDF obriga o docente a mobilizar um ePCK refinado para desconstruir o erro sem desqualificar o sujeito.

(c) Comandos de Ação: Instruções que exigem uma intervenção direta do professor para mediar conflitos cognitivos ou conceituais. Eles são o motor que transforma a simulação em um dado investigativo concreto, exigindo do professor a entrega de três produtos: a resolução técnica do problema (domínio do conteúdo), a representação gráfica/esquema (capacidade de transposição visual) e a justificativa dialógica (o discurso pedagógico direcionado ao aluno).

(d) Estímulo à Metacognição: Questões reflexivas que encerram o instrumento, forçando o docente a olhar para o seu próprio processo de tomada de decisão. Este elemento é crucial para identificar as fontes do conhecimento docente e o grau de consciência sobre as estratégias mobilizadas.

A SDF operacionaliza o MCR ao focar na transição entre o conhecimento pessoal (pPCK) e o conhecimento em ação (ePCK). De acordo com Carlson e Daehler (2019), o ePCK ocorre na ação docente. A SDF simula essa fase de ação interativa, permitindo que o pesquisador observe como o professor mobiliza seus conhecimentos para resolver o dilema ou conflito cognitivo.

A potencialidade da SDF reside na multimodalidade das respostas exigidas. Essa tríade de comandos (resolução, desenho e fala) assegura que o instrumento capture não apenas o que o professor sabe, mas como ele objetiva esse saber para torná-lo ensinável, funcionando como um verdadeiro laboratório de práticas docentes em ambiente controlado (Silva, 2026).

Finalmente, o ato de responder a uma SDF atua como um potente mecanismo de reflexão. O desafio de lidar com personagens resistentes força o professor a confrontar suas próprias lacunas teóricas e pedagógicas.

Essa experiência promove a fase de reflexão e reestruturação prevista no MCR (Carlson; Daehler, 2019). Ao perceber que sua estratégia não funcionaria com um aluno negacionista ou dogmático na simulação, o professor é estimulado a reorganizar seu pPCK (PCK pessoal), tornando a SDF não apenas um instrumento de coleta de dados, mas uma ferramenta de desenvolvimento profissional que promove a autocrítica sobre sentimentos e lacunas no planejamento.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa e exploratória. Segundo Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa assume que o significado é o foco principal, onde o investigador está interessado em compreender como os sujeitos interpretam as suas experiências e que significados atribuem aos fenômenos. No contexto deste trabalho, a abordagem exploratória permite acessar aos processos de pensamento e à tomada de decisão docente, indo além da superfície das respostas para capturar as nuances que constitui o ePCK. O ambiente da SDF funciona como a fonte direta de dados e o investigador como o instrumento principal de análise.

Os participantes da investigação² foram cinco mestrandos em Ensino de Ciências da Natureza, todos com experiências distintas em sala de aula. O grupo é composto por: Horácio, professor com 14 anos de experiência, tendo ministrado Ciências, Biologia, Química e Física; Jaqueline, docente com 25 anos de carreira nas disciplinas de Ciências e Biologia nos níveis fundamental, médio, técnico e superior; Walter, que possui 10 anos de experiência com as disciplinas de Química e Ciências da Natureza; Rita, com 3 anos de prática docente (incluindo estágio e residência pedagógica) em Ciências, Biologia e Geografia; e Luana, que possui 1 ano e meio de experiência em Ciências através do Programa de Residência Pedagógica.

O corpus desta investigação é constituído por dados híbridos que visam o confronto entre o conhecimento estruturado e tácito do professor e a ação docente no momento da aula. Para isso, foram utilizadas as produções escritas e as marcações de frequência contidas nos protocolos individuais dos cinco participantes,

² Para garantir o anonimato dos participantes, o pesquisador criou nomes fictícios para todos.

que reúnem respostas multimodais coletadas através da SDF e assertivas da Escala Likert. A SDF apresenta um cenário de sala de aula de 9º ano com dilemas sobre negacionismo e machismo na ciência, exigindo que o docente redija intervenções diretas e justifique suas escolhas pedagógicas sob pressão fictícia (o fazer). De forma complementar, a Escala Likert solicita o grau de concordância (de 1 a 5) em 20 assertivas que espelham o sistema de crenças e o repertório teórico do participante (o declarar). Esse conjunto de dados permite mapear não apenas o conhecimento técnico, mas a capacidade de transformação do conhecimento e a sensibilidade contextual dos mestrandos diante de situações complexas de ensino.

As categorias de análise prévias utilizadas nesta investigação derivam do MCR do PCK (Carlson e Daehler, 2019). A escolha pelas fases de Planejamento, Ensino, Reflexão e Retroalimentação justifica-se por estas representarem o ciclo de raciocínio pedagógico proposto pelo modelo, permitindo mapear como o conhecimento pessoal (pPCK) é mobilizado e transformado em conhecimento em ação (ePCK) durante o enfrentamento de dilemas didáticos. O Quadro 1 a seguir sintetiza a estrutura dessa triangulação:

Quadro 1 - Relações entre as Categorias Prévias e os instrumentos de coleta de dados da pesquisa.

Categorias Prévias	Fonte 1: SDF (O Fazer - ePCK)	Fonte 2: Likert (O Declarar - pPCK)	Objetivo da Triangulação e Teste de Coerência
Caracterização do ePCK na fase de planejamento	Questão 3: Análise da antecipação de filtros e barreiras dos alunos (Enzo e Thiago).	Assertivas 1, 3, 8 e 12: Importância dada ao preparo prévio e perfil do aluno.	Verificar se a surpresa relatada na SDF é coerente com a importância declarada ao planejamento na Likert.
Caracterização do ePCK na fase de ensino	Questões 1 e 2: Resposta direta ao conflito, uso de analogias e mediação em tempo real.	Assertivas 5, 9, 13, 14 e 16: Crenças sobre autoridade, flexibilidade e rigor científico.	Confrontar se o domínio teórico e a postura ideal declarada se sustentam sob a pressão da ação interativa.
Caracterização do ePCK na fase de reflexão	Questões 4 e 5: Autocrítica sobre a mediação e avaliação dos indicadores de mudança nos alunos.	Assertivas 15, 19 e 20: Reconhecimento consciente de lacunas conceituais ou pedagógicas.	Avaliar se o professor possui distanciamento crítico para identificar que a falha na aula reside em sua estratégia e não apenas no aluno.
Retroalimentação do pPCK	Questões 6 e 7: Propostas de mudanças estruturais e conselhos pedagógicos para o futuro.	Assertivas 17 e 18: Internalização de novas crenças e percepção de evolução profissional.	Validar se a experiência vivida na simulação resultou na descoberta genuína de novos saberes integrados ao repertório pessoal.

Fonte: Autor do Trabalho

Para a análise dos dados, utilizou-se a Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2016). A AC permite transformar as respostas subjetivas dos docentes em categorias que evidenciam a maturidade do seu PCK. A análise seguiu três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Na pré-análise, realizou-se a leitura flutuante para estabelecer contato direto com as respostas e os dados da escala Likert.

O Teste de Coerência atua como um revelador de lacunas de transformação do conhecimento do participante, onde o pesquisador identifica se o conhecimento que o professor afirma possuir é funcional ou puramente retórico. Se um docente marca pontuação máxima na importância de ouvir o aluno, mas, ao ser desafiado pelo deboche de um personagem, responde de forma autoritária ou ignora o conflito, a análise aponta uma desconexão entre o seu sistema de crenças e sua capacidade de mediação em tempo real. Esse teste é fundamental para distinguir o professor idealizado (que responde o que é academicamente esperado) do professor real (que mobiliza saberes sob a pressão do dilema fictício).

A exploração do material consistiu na codificação e categorização sistemática com base no ciclo Planejamento-Ensino-Reflexão. As categorias buscaram identificar a natureza do planejamento e a capacidade de

antecipação de conflitos. Na fase de ensino, avaliou-se a precisão e a criatividade das analogias e a segurança na mediação.

Por fim, a fase de reflexão e retroalimentação do pPCK analisou a capacidade dos mestrandos em criticar a própria atuação e identificar o que aprenderam com o debate simulado. A interpretação focou no potencial de transformação profissional, consolidando a natureza qualitativa da pesquisa ao tratar os resultados como construções de significado sobre o ePCK.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados aqui apresentada busca caracterizar o ePCK e o pPCK dos participantes, confrontando as dimensões pessoais e declarativas dos mestrandos com as suas respostas diante de dilemas de sala de aula apresentados na SDF. Através da triangulação entre a Escala Likert e a SDF, os resultados são interpretados à luz do MCR e da literatura especializada, permitindo compreender como o repertório teórico de cada docente participante é mobilizado, filtrado ou silenciado no momento da transformação do conhecimento científico em conhecimento ensinável para o seu estudante.

A leitura flutuante do corpus revelou que os mestrandos possuem um repertório conceitual e ideológico alinhado às tendências contemporâneas do Ensino de Ciências, com forte inclinação para o uso da História da Ciência e da representatividade feminina e étnica como estratégias de engajamento. Identificou-se a predominância de discursos academicamente corretos e progressistas, que se caracterizam pela adesão teórica a uma ciência não neutra, inclusiva e centrada no diálogo, em conformidade com o que foi discutido na disciplina de Didática das Ciências. Um exemplo claro é o de Walter, que em seu discurso declarativo enfatiza que a Ciência não tem cor ou sexo, ou Horácio, que defende o uso da História da Ciência para ir além de achismos, demonstrando uma visão de mundo mais ampla e problematizadora.

A hipótese inicial sugere que, embora o pPCK seja robusto, ele encontra barreiras na transformação para o ePCK, levando alguns docentes a recuarem para posturas tradicionais ou demonstrarem dificuldades práticas na gestão de conflitos. Esse recuo é visível quando, apesar de defenderem o diálogo, os participantes utilizam respostas puramente expositivas para corrigir o aluno, como no caso de Walter, que foca em conceitos técnicos (Gravidade e Estados de Agregação) para responder a questionamentos sociocientíficos, ou Rita, que embora planeje uma aula plural, admite na autocrítica (Likert 14) ter dificuldade em gerenciar o deboche de Enzo. Essas reações evidenciam uma lacuna entre o idealizado - o professor mediador e flexível - e a execução real, onde o silenciamento do conflito ou a fuga para o conteúdo técnico substituem a desconstrução crítica das falas machistas e negacionistas.

Nesse cenário, o Teste de Coerência assume o papel de eixo validador, funcionando como o mecanismo que confronta as marcações quantitativas da Escala Likert com as intervenções qualitativas da SDF. Ele será o instrumento responsável por confirmar se a alta valorização da escuta ativa ou da ciência como construção social declarada pelos mestrandos se sustenta quando estes precisam mediar as tensões personificadas por Enzo e Thiago. Assim, o teste permitirá identificar se o PCK desses professores é funcional e integrado ou se as lacunas de transposição reveladas pela dificuldade em gerenciar dilemas práticos indicam que certos conhecimentos ainda permanecem apenas no nível do discurso retórico, sem aplicação efetiva na complexidade da sala de aula.

O ePCK na fase de planejamento constitui o domínio em que o professor antecipa e projeta a transformação de um tema científico, antes da interação direta em sala de aula. Diferente do conhecimento estático, o ePCK no planejamento é um processo dinâmico de ensaiar a ação, onde o docente mobiliza seu repertório (pPCK) para prever dificuldades dos alunos, selecionar analogias e estruturar o conflito cognitivo.

Para professores experientes, essa fase revela como suas crenças sobre a Ciência são filtradas por objetivos pedagógicos, permitindo que a SDF funcione como um simulador de práticas onde as intenções docentes emergem de forma estruturada.

Dessa forma, a SDF atua como um elo entre o planejamento teórico e a prática simulada, permitindo que a pesquisa acesse camadas do ePCK que muitas vezes permanecem implícitas na rotina escolar. Ao propor cenários de conflito, como o negacionismo de Enzo ou o machismo de Thiago, o instrumento força o professor a tomar decisões imediatas no papel, tornando visível a sua capacidade de antecipação. Essa análise é fundamental para responder à pergunta de pesquisa do trabalho, pois demonstra que o ePCK não é apenas o que se faz, mas a lógica de mediação que o professor constrói ao confrontar o perfil do aluno com a natureza do conhecimento científico.

No caso de Horácio, o ePCK na fase de planejamento manifesta-se através de uma natureza racionalista e histórica. Na sua resposta para a questão 3, ele propõe *“buscar, na medida do possível, exemplos históricos para contradizer cada argumento... é possível apresentar fatos que exponham as contradições”*. Ao atribuir nota máxima (5) nas Assertivas 1 e 3 da escala Likert, Horácio sinaliza que seu ePCK projeta o planejamento como um mecanismo de antecipação contra o erro conceitual. A SDF permite acessar aqui uma visão de Ciência que, embora dinâmica na história, pode ser utilizada como uma ferramenta de combater a visão de senso comum sobre o que é a Ciência.

Já Jaqueline mobiliza um ePCK voltado para a investigação inclusiva, buscando romper barreiras de acesso ao conhecimento. Na questão 3 destaca: *“O importante é existir um fato e este ser questionado a ponto de ser investigado... [para que] pudessem ver que o conhecimento é para todos”*. A conexão com a Likert (A1=5 e A12=5) revela que seu planejamento foca na democratização da Ciência. A SDF permite perceber que seu pPCK é orientado pela inclusão, embora a reflexão pós-SDF indique que o deboche atitudinal de Enzo foi um filtro que seu planejamento inicial não conseguiu mitigar totalmente, gerando certo desconforto para a professora.

A análise de Luana revela um ePCK de forte cunho crítico-social, focado na desconstrução de estereótipos de gênero e poder. Na questão 3, ela planeja enfrentar o machismo de Thiago ao questionar a imagem do cientista como *“branco, solitário e rico”*. Tal postura é sustentada em seu texto quando afirma: *“inicialmente traria a ideia de ‘As meninas superpoderosas’, argumentando que a ideia costuma se permear”*. Ao aprofundar essa análise, percebe-se que Luana utiliza uma metáfora da cultura pop para criar um choque de realidade e desestabilizar o senso comum. Esse movimento indica uma sofisticação do ePCK, pois ela não apenas apresenta o conteúdo, mas planeja a desconstrução da *persona* do cientista como pré-requisito para o ensino. Com pontuação máxima nas Assertivas Likert sobre planejamento e perfil do aluno (A1 e A3), Luana utiliza a SDF para externalizar um ePCK que prioriza a sociologia da ciência.

Rita, por sua vez, manifesta um ePCK mais cauteloso e reflexivo sobre a eficácia do planejamento. Na resposta para a questão 3, ela afirma que *“tentaria demonstrar que a ciência não é exclusiva de um grupo determinado”*, mas sua nota 3 na Assertiva 12 da Likert sugere uma percepção de que o perfil do aluno é uma variável que o planejamento nem sempre controla. A SDF, ao expor a resistência de Thiago e Enzo, permite acessar um ePCK que reconhece a complexidade da mediação. A reflexão gerada retroalimenta seu pPCK ao evidenciar que o domínio do conteúdo, sozinho, não resolve conflitos de valores em sala de aula.

O mestrando Walter projeta um ePCK centrado no impacto da ciência contemporânea. Em sua resposta para a questão 3, ele mobiliza a *“Missão Artemis... para que eles entendessem que a ciência não tem cor ou sexo”*. Ao marcar 5 nas Assertivas 1 e 12, Walter demonstra total confiança na capacidade do planejamento de alterar o modelo mental dos alunos através da atualidade científica. A SDF revela que seu ePCK busca no fato novo o argumento para desestabilizar o preconceito, mostrando como seu pPCK valoriza a Ciência como um campo de progresso visível e inquestionável.

Ao confrontar esses dados, percebe-se que a SDF permite acessar o ePCK ao obrigar o professor a transformar seu pPCK em estratégia de combate a resistências reais. A importância declarada ao planejamento na Likert (quase unânime em nota 5 na A1) entra em choque com a “surpresa” relatada na SDF perante o comportamento dos alunos. Esse descompasso é o ponto onde o pPCK é retroalimentado: o professor percebe que seu conhecimento pessoal sobre Ciência (pPCK) precisa de novos aportes pedagógicos para se tornar uma ação (ePCK) mais resiliente a crises atitudinais e negacionistas.

A natureza do planejamento observada é, portanto, propositiva, mas carece de uma antecipação mais profunda sobre a gestão de conflitos. Os mestrandos planejam o “confronto de ideias”, mas a SDF mostra que eles se sentem desarmados quando o aluno utiliza o deboche como barreira. As Assertivas 8 e 12 da Likert indicam que eles acreditam planejar para o aluno, mas as respostas da Questão 3 revelam que o planejamento ainda é muito centrado na verdade da Ciência.

A caracterização do ePCK na fase de planejamento, observada nos dados, alinha-se ao conceito de que este domínio não é apenas um repositório de estratégias, mas uma manifestação situada do conhecimento que ocorre no “momento da ação”, incluindo o ensaio mental do ensino (Alonzo; Berry; Nilsson, 2019). No planejamento capturado pela SDF, os mestrandos mobilizam seus repertórios pessoais (pPCK) para transformar o conteúdo científico em uma proposta didática específica. Como aponta Carlson e Daehler (2019), o pPCK é único para cada professor e atua como um filtro; no caso de Luana e Walter, esse filtro prioriza a dimensão sociológica e contemporânea, enquanto em Horácio, predomina a dimensão histórica. Essa diversidade reforça que o ePCK em ação é uma resposta individualizada a contextos de ensino projetados.

Entretanto, o descompasso entre a confiança depositada no planejamento (Likert) e as dificuldades sentidas na simulação (SDF) demonstra que o ePCK de planejamento dos participantes ainda depende fortemente de conhecimentos de conteúdo, carecendo de uma integração mais robusta com o conhecimento sobre os alunos e sobre gestão de sala de aula. Behling, Förtsch e Neuhaus (2022) ressaltam que o ciclo planejar-ensinar-refletir é essencial para que o pPCK se torne mais sofisticado; a surpresa dos mestrandos perante o deboche dos alunos na SDF atua como o catalisador dessa reflexão. Hartmuth *et al.* (2025) reforçam que a integração da percepção ou feedback (mesmo que simulado) é o que permite o desenvolvimento de um ePCK mais resiliente, movendo o planejamento de uma base puramente centrada na verdade da ciência para uma mediação pedagógica mais consciente e contextualizada.

A conexão entre esses domínios é evidenciada pelo mapeamento do cPCK (o qual não é objetivo de investigação deste trabalho), que fornece os parâmetros para que o professor avalie sua própria prática. Ao confrontarem suas decisões na SDF com as bases da Filosofia e Sociologia da Ciência, discutidas na disciplina de Didática da Ciências, espera-se que os professores iniciem um movimento de transformação do seu pPCK. Para Vergara *et al.* (2024), essa transição é o que permite converter a frustração dos docentes diante do dilema da SDF em um novo aporte teórico e prático, garantindo que o planejamento futuro não seja apenas uma antecipação de conteúdos, mas uma estratégia de mediação capaz de sustentar o conflito cognitivo e atitudinal em sala de aula.

Essa retroalimentação entre o pPCK e o ePCK, mediada pela reflexão sobre a prática simulada, revela que a fragilidade percebida no planejamento não é um erro, mas uma etapa necessária para o amadurecimento profissional. A descoberta de que a lógica científica, por si só, é insuficiente para gerir conflitos de valores sobre a Ciência força o professor a buscar o domínio de novas camadas do PCK, como o conhecimento do conteúdo relacionado à natureza do conhecimento científico.

Assim, entendemos que a SDF pode ter funcionado como um espelho reflexivo que revela as lacunas entre o que o professor planeja (ePCK em ação antecipada) e o que ele acredita saber sobre Ciência (pPCK). O instrumento permite acessar a capacidade de antecipação de conflitos e, ao evidenciar que a

lógica científica muitas vezes não basta para vencer o preconceito, força o professor experiente a reavaliar suas bases pedagógicas.

A etapa de exploração do material, conforme proposta por Bardin (2016), permite identificar como o ePCK se manifesta durante a fase de ensino, representando o conhecimento específico que o professor mobiliza no momento imediato da interação em sala de aula para tornar o conteúdo compreensível. Na pesquisa, o ePCK é acessado por meio das reflexões dos mestrandos sobre a SDF, revelando como seus conhecimentos teóricos e pessoais (pPCK) são transformados em decisões pedagógicas sob a pressão de conflitos cognitivos e diálogos com os estudantes.

Na análise da Questão 1, Walter demonstra uma tentativa de mediação em tempo real ao propor o uso de marcos científicos atuais para humanizar a ciência. Walter (Questão 1) afirma: *“Procuraria apresentar os astronautas da missão Artemis, para que eles entendessem que a Ciência não tem cor ou sexo”*. Contudo, essa postura idealizada de neutralidade entra em tensão com sua resposta à Assertiva 5, na qual ele concorda totalmente que o silêncio da turma após suas provocações é um sinal de sucesso do conflito cognitivo, sugerindo uma crença de autoridade onde a fala do professor encerra o debate em vez de mediá-lo.

Horácio, ao responder sobre a mediação do conflito na Questão 1, recorre à autoridade da História da Ciência para validar o conhecimento. Horácio (Questão 1) pontua: *“Acredito muito na força da História para apresentar fatos que exponham as contradições nos argumentos dos alunos”*. Essa confiança no rigor científico é reforçada em sua avaliação da Assertiva 16, na qual ele admite ter dado mais atenção às falas machistas do que ao negacionismo, indicando que, sob a pressão da ação, sua prioridade recai sobre o controle do comportamento e de valores sociais em detrimento da exploração profunda do conteúdo científico.

Jaqueline apresenta uma visão de flexibilidade em sua mediação na Questão 1, defendendo que o acesso à investigação é o ponto central da Ciência. Jaqueline (Questão 1) relata: *“O importante é existir um fato e este ser questionado, hoje qualquer um pode ser cientista”*. Entretanto, sua resposta à Assertiva 14 revela uma lacuna importante no domínio teórico-prático: *“Percebi que minha dificuldade em lidar com o deboche de Enzo revela uma lacuna no meu conhecimento sobre como gerenciar tópicos sociocientíficos polêmicos”*. Isso demonstra que a postura ideal declarada de abertura ao questionamento oscila quando a interatividade exige manejo de conflitos reais.

Luana foca na validação da argumentação como estratégia de mediação em tempo real. Luana (Questão 1) sugere: *“Iria propor perguntas para que eles mesmos pensassem sobre suas concepções... [...] apresentaria um artigo sobre História e Filosofia da Ciência”*. Apesar dessa proposta dialógica, sua concordância com a Assertiva 9 indica uma dependência de materiais prontos, e na Assertiva 13 ela reforça a necessidade de *“buscar mais exemplos de cientistas do Sul Global”*, evidenciando que sua prática reflexiva busca compensar uma percepção de insuficiência no repertório de exemplos para confrontar visões eurocêntricas.

Ao analisar a Assertiva 14 de forma transversal, nota-se que o domínio teórico sobre a natureza da ciência é frequentemente testado pelo deboche ou resistência dos alunos fictícios. Horácio e Walter, por exemplo, concordam que o silêncio (Assertiva 15) é o indicador de que o conflito foi atingido, o que pode mascarar uma dificuldade de manter a mediação ativa. O confronto entre o domínio declarado e a ação revela que a autoridade do professor ainda é utilizada como o *“porto seguro”* quando a complexidade pedagógica dos temas polêmicos supera a preparação prévia dos mestrandos.

Por fim, a exploração dos dados demonstra que o ePCK dos participantes está em processo de refinamento, onde a reflexão pós-aula (Assertivas 17 e 18) atua como um mecanismo de transformação do conhecimento. Enquanto as Questões 1 e 2 projetam uma postura ideal de mediadores, as Assertivas 13 e 14 expõem as fragilidades reais: a dificuldade de gerenciar o *“inesperado”* e a percepção de que mobilizaram

mais conhecimentos de conteúdo do que conhecimentos pedagógicos (Assertiva 18), evidenciando que a pressão da ação interativa exige uma integração mais robusta entre teoria e prática docente.

O ePCK na fase de ensino é definido como o conhecimento específico mobilizado no momento imediato da interação docente (Alonzo, Berry e Nilsson, 2019). Na nossa investigação, esse ePCK manifesta-se quando os mestrandos Walter e Horácio tentam transpor seus domínios teóricos para a prática simulada da SDF. Walter, por exemplo, ao propor o uso dos astronautas da missão Artemis para humanizar a ciência, demonstra uma tentativa de ePCK voltada à representatividade. Contudo, Alonzo, Berry e Nilsson (2019) alertam que o ePCK é espontâneo e complexo; essa complexidade é visível quando Walter, na Assertiva 5, interpreta o silêncio da turma como sucesso do conflito cognitivo, revelando que sua ação pedagógica ainda está fortemente atrelada a uma visão de autoridade docente, onde o silêncio encerra o debate em vez de mediá-lo.

A transição entre o que o professor planeja e o que ele efetivamente executa é mediada pelo ciclo Planejar-Ensinar-Refletir (Behling, Förtsch e Neuhaus, 2022). Horácio exemplifica essa tensão ao confiar na força da História para expor contradições nos argumentos dos alunos (Questão 1). Embora seu pPCK (conhecimento pessoal) possa ser rico em fatos históricos, o ePCK observado na SDF mostra uma dependência do rigor científico como ferramenta de validação. Segundo Behling, Förtsch e Neuhaus (2022), a fase de ensino é crucial para fortalecer as orientações motivacionais; no entanto, os dados mostram que Horácio utiliza a autoridade da História como um porto seguro quando a mediação pedagógica de temas polêmicos se torna desafiadora, evidenciando uma lacuna na transformação do conhecimento teórico em ação dialógica.

A SDF funcionou como um cenário de simulação que permitiu acessar o ePCK na fase dos mestrandos, capturando o PCK no momento imediato da interação, conforme preconizam Alonzo, Berry e Nilsson (2019). No caso de Walter e Horácio, o ePCK manifestou-se através de estratégias de confronto: Walter utilizou marcos científicos contemporâneos para humanizar a ciência, enquanto Horácio recorreu ao rigor da História da Ciência. Entretanto, ambos demonstraram que o ePCK na fase de ensino ainda é influenciado por visões tradicionais, pois interpretaram o silêncio dos alunos como prova de sucesso do conflito cognitivo, o que pode indicar uma autoridade docente que encerra o debate em vez de mediá-lo.

O ePCK na fase de ensino de Luana e Jaqueline revelou a complexidade de transformar o pPCK em ações concretas diante do inesperado, conforme observado por Alonzo, Berry e Nilsson (2019). Luana evidenciou uma prática reflexiva voltada para a representatividade ao buscar cientistas do Sul Global, mas o seu ePCK ainda demonstrou dependência de materiais didáticos prontos. Já Jaqueline, ao enfrentar o deboche ou a resistência dos estudantes na SDF, tendeu a utilizar a autoridade como um porto seguro. Esses dados reforçam que o ePCK é dinâmico e muitas vezes diverge das intenções pedagógicas idealizadas nos planos de aula.

Behling, Förtsch & Neuhaus (2022) sugerem que o pPCK de professores experientes é retroalimentado por meio de um ciclo de Planejar-Ensinar-Refletir. Acreditamos que este fato foi observado na SDF, pois ela permitiu que os mestrandos exteriorizassem seus conhecimentos e, após a simulação, refletissem sobre as limitações de suas abordagens. Esse processo de reflexão sobre a ação é o que permite que o ePCK (o conhecimento manifestado na prática) retorne ao repertório pessoal do professor (pPCK), transformando crenças e aprimorando a capacidade de mediação em temas complexos da Natureza da Ciência.

A integração do feedback e a análise das respostas às assertivas demonstram que o desenvolvimento do ePCK na fase de ensino exige mais do que apenas o domínio do conteúdo científico. Como apontado por Hartmuth *et al.* (2025), o ePCK é desenvolvido de forma mais robusta quando o professor integra as percepções e reações dos estudantes ao seu processo de raciocínio pedagógico. Nos dados analisados, a percepção de que mobilizaram mais conhecimento de conteúdo do que conhecimento pedagógico durante a SDF evidencia uma lacuna que a reflexão crítica busca preencher, fortalecendo a base de conhecimentos do professor.

Por fim, sobre o ePCK na fase de ensino, acreditamos que a SDF permitiu mapear como o pPCK dos mestrandos evoluíram ao ser testado em ambientes simulados de ensino. A transição do pPCK para o ePCK e a subsequente retroalimentação via reflexão indicam que professores experientes, mesmo em nível de mestrado, estão em constante refinamento de suas bases de conhecimentos.

O ePCK na fase de reflexão refere-se ao processo em que o professor, após a ação pedagógica ou simulação, analisa criticamente as decisões tomadas, as interações ocorridas e os conhecimentos mobilizados. Nesta pesquisa, essa fase é fundamental, pois é o momento em que os mestrandos se distanciam da sala de aula da SDF para avaliar sua própria prática. É na reflexão que o professor deixa de apenas agir e passa a teorizar sobre sua ação, permitindo que o pesquisador acesse as crenças e os conhecimentos que sustentam as estratégias de ensino de Ciências desses profissionais experientes.

No processo de exploração dos dados, a autocritica sobre a mediação revela-se como um ponto central. Horácio, na questão 4, demonstra esse ePCK reflexivo ao afirmar: *“Acredito que Enzo seria o mais complicado, esse tipo de argumento traz consigo um caráter ideológico muito forte”*. Aqui, o participante identifica que o desafio não é apenas o conteúdo científico, mas a natureza ideológica do discurso do aluno, o que exige dele uma mobilização de conhecimentos que vão além da Ciência, tocando na Sociologia da Ciência e na gestão de conflitos em sala de aula.

A percepção de Jaqueline, na questão 4, aprofunda essa análise ao focar na desconstrução de suas próprias certezas: *“Para mim, problematizar o que eu acredito é mais difícil. Porque para mim o que está certo não tem problemas”*. Esse trecho é um exemplo claro de ePCK na fase de reflexão, onde a professora reconhece que sua própria visão de mundo pode ser uma barreira. Ao admitir que a Ciência exige reavaliação constante, ela demonstra um distanciamento crítico necessário para evoluir de uma prática meramente transmissiva para uma mediação problematizadora.

Já Luana, na questão 4, foca a reflexão na necessidade de busca por novos subsídios para sustentar sua estratégia: *“O maior desafio foi problematizar Enzo e Thiago, pois tive que buscar conteúdos que me auxiliassem na não resposta”*. A reflexão de Luana mostra que a SDF a forçou a sair de uma zona de conforto, levando-a a perceber que a não resposta (estratégia de silenciamento proposital ou devolução da pergunta) exige, paradoxalmente, um domínio de conteúdo ainda maior para que o debate não se perca, evidenciando uma lacuna no seu pPCK inicial.

Na Questão 5, a avaliação dos indicadores de mudança nos alunos permite observar como os professores interpretam o sucesso da mediação. Walter (Questão 5) pondera que *“não dar a resposta pode levar o aluno a pensar sozinho ou levar este à acomodação”*. Essa incerteza reflete um ePCK maduro, que não busca receitas prontas, mas entende que a estratégia pedagógica é um risco calculado. Ele identifica que a falha ou o sucesso da aula reside na tênue linha entre o desafio cognitivo e a desmotivação do aluno, colocando o foco na sua capacidade de leitura da turma.

A triangulação com a Assertiva 15 reforça essa análise, onde o silêncio da turma é ressignificado. Para muitos participantes, como Rita, o silêncio após uma provocação não é visto como falta de interesse, mas como o sinal de que o *“conflito cognitivo planejado foi atingido”* (Rita, questão 5). Esse dado é crucial para entender a fase de reflexão. O professor deixa de culpar o aluno pelo desinteresse e passa a ver o silêncio como um indicador de que sua estratégia de desestabilização conceitual funcionou, demonstrando distanciamento crítico.

Ao analisar a Assertiva 19, observa-se a valorização de indicadores atitudinais sobre os formais. A mudança de comportamento de Thiago (parar de rir) é considerada por Walter como um indicador de sucesso de sua intervenção. Essa reflexão pode indicar uma mudança no pPCK do professor, que passa a incorporar a dimensão sociocientífica e o respeito à diversidade como objetivos de aprendizagem tão legítimos quanto as leis da Ciência, retroalimentando sua base de conhecimentos pessoais.

O ponto de maior convergência de reflexão surge na Assertiva 20, onde o reconhecimento consciente de lacunas se torna explícito. Quase todos os participantes, em especial Horácio e Jaqueline, admitem que a situação os fez perceber a necessidade de um maior domínio da História, Filosofia e Sociologia da Ciência. Ao refletirem sobre as dificuldades da SDF, os professores experientes identificam exatamente quais áreas teóricas precisam aprofundar para fortalecer sua prática futura.

A análise conjunta das SDF e Escala Likert mostra que os professores possuem o distanciamento crítico solicitado. Eles não culpam apenas os alunos ou a falta de base, mas olham para suas próprias limitações. Quando Luana menciona sua insegurança em não dar a resposta exata, ela está localizando a falha na sua própria estratégia de mediação. Esse reconhecimento é o que permite que a experiência vivida na simulação da SDF se converta em aprendizado duradouro e mudança de perspectiva sobre o que é ensinar temas relacionados à natureza do conhecimento científico.

A interpretação dos dados revela que o ePCK na fase de reflexão atua como um mecanismo de decodificação da prática docente, permitindo que os professores identifiquem a complexidade da mediação sociocientífica. Ao analisarem as Questões 4 e 5, os participantes manifestam um distanciamento crítico ao reconhecerem que as dificuldades enfrentadas com alunos como Enzo e Thiago não derivam apenas da postura dos estudantes, mas da necessidade de estratégias pedagógicas mais robustas. De acordo com o modelo do MCR do PCK de Carlson e Daehler (2019), este processo de reflexão sobre a ação é o que permite ao professor transformar a experiência tácita em conhecimento explícito, evidenciando que a autocrítica sobre a mediação é um indicador de maturidade profissional que prioriza o ajuste da própria estratégia em detrimento da culpabilização do aluno.

A integração de novos elementos no repertório dos professores ocorre através do ciclo planejamento-ação-reflexão, onde o feedback e a autocrítica atuam como catalisadores. Behling, Förtsch e Neuhaus (2022) argumentam que este ciclo é essencial para melhorar o PCK Pessoal e as orientações motivacionais dos docentes, permitindo-lhes reconhecer lacunas, como as identificadas nas Assertivas 15, 19 e 20 sobre História e Filosofia da Ciência. Complementarmente, Hartmuth *et al.* (2025) sugerem que o desenvolvimento do ePCK é potenciado quando o professor integra percepções externas (como o comportamento dos alunos na SDF) para ajustar a sua qualidade instrucional. Assim, ao admitirem que precisam de maior domínio epistemológico para lidar com falas negacionistas ou eurocêntricas, os professores utilizam a reflexão como um filtro que amplifica a necessidade de evolução do seu pPCK.

Esta interpretação responde à pergunta de pesquisa ao demonstrar que a SDF é um instrumento que captura o ePCK e força a sua evolução para uma forma mais sofisticada de pPCK. De acordo com Vergara *et al.* (2024), o desenvolvimento do pPCK é um processo contínuo e único, influenciado pela partilha profissional e pela educação formal, como o mestrado acadêmico em que os sujeitos estão inseridos. A SDF permite acessar ao ePCK ao simular contextos onde os professores devem mobilizar conhecimentos específicos de tópicos científicos para alunos particulares. A reflexão gerada por esse instrumento retroalimenta o pPCK na medida em que o professor, ao exercer o distanciamento crítico, transforma a insegurança estratégica numa nova base de conhecimentos e competências, consolidando um saber docente mais crítico e fundamentado sobre a Ciência.

A retroalimentação do pPCK é o processo pelo qual as experiências vividas na prática (ePCK) são filtradas e integradas ao repertório permanente de saberes do professor. No contexto desta pesquisa, esse fenômeno ocorre quando o docente, ao refletir sobre sua atuação na SDF, identifica lacunas ou sucessos e utiliza essas percepções para reestruturar suas crenças e conhecimentos teóricos. Essa retroalimentação é o elo que permite que uma atividade de simulação no mestrado se transforme em desenvolvimento profissional real, alterando a forma como o professor experiente concebe o ensino de Ciências e a natureza do conhecimento científico.

Na fase de exploração do material, as propostas de mudanças estruturais revelam uma intenção deliberada de evolução. Horácio, na questão 6, afirma: *“Se eu pudesse refazer a aula, buscaria mais exemplos de cientistas do Sul Global para confrontar a visão eurocêntrica mencionada por Thiago”*. Este registro indica que o ePCK (ação de confrontar o aluno) retroalimentou seu pPCK ao evidenciar que a falta de exemplos geográficos diversos era uma limitação de seu repertório pessoal, gerando agora uma nova necessidade de busca de conteúdo histórico-científico.

A análise de Jaqueline, na mesma questão, segue caminho semelhante ao propor: *“Eu traria mais elementos da história das mulheres na ciência. [...] Percebi que meu repertório sobre a bióloga indígena poderia ter sido melhor explorado”*. Aqui, a retroalimentação manifesta-se como uma descoberta genuína de que temas de diversidade não são apenas adicionais, mas centrais para a alfabetização científica. A SDF forçou a professora a notar que o seu pPCK prévio não estava suficientemente municiado para explorar o potencial pedagógico da imagem, resultando em um plano de ação para futuras aulas.

Para Luana, na questão 6, a mudança estrutural foca na fundamentação teórica prévia: *“A proposta seria incluir textos que discutissem a natureza da ciência antes da aula prática”*. Ao refletir sobre a dificuldade em mediar as falas de Enzo e Thiago, Luana integra ao seu pPCK a compreensão de que a mediação espontânea possui limites que só são superados com um aporte epistemológico robusto. Essa percepção válida que a simulação permitiu o acesso ao seu ePCK, através da frustração ou do desafio, retroalimentou sua base de conhecimentos sobre o planejamento docente.

No que tange aos conselhos pedagógicos para o futuro, observa-se a internalização de novas crenças. Rita, na questão 7, aconselha: *“Não ter medo do silêncio e das perguntas sem respostas imediatas”*. Este trecho é uma evidência de que a experiência na SDF alterou sua percepção sobre a dinâmica de sala de aula. O que antes poderia ser visto como falta de domínio de turma, agora é compreendido no seu pPCK como um indicador de sucesso da mediação, revelando um amadurecimento profissional que valoriza o tempo cognitivo do aluno.

O teste de coerência através da Assertiva 17 reforça essa internalização, especialmente quando os participantes admitem que deveriam ter explorado mais a foto da bióloga indígena para expandir o conceito de diversidade. A concordância com essa assertiva na Escala Likert, cruzada com as respostas da Questão 6, mostra que não houve apenas um preenchimento formal da atividade, mas uma reflexão crítica que resultou na descoberta de que o seu pPCK possuía pontos cegos sobre a representatividade na Ciência, os quais a SDF ajudou a desvelar.

A Assertiva 18 e a Questão 7 de Walter trazem uma validação final sobre a percepção de evolução profissional: *“O sucesso da mediação é ver a mudança de postura (como Thiago parar de rir); isso vale mais que qualquer nota em prova”*. Ao priorizar indicadores atitudinais, Walter demonstra que a SDF consolidou em seu repertório pessoal uma visão de ensino de Ciências voltada para a formação humana e social. Esse saber integrado ao pPCK substitui a visão simplista de avaliação por uma percepção complexa da mudança conceitual e comportamental do estudante.

A interpretação dos dados revela que o ePCK na fase de reflexão atua como uma ponte crítica para a sofisticação do saber docente. De acordo com Carlson e Daehler (2019), o PCK não é estático, mas sim um conjunto de camadas complexas onde a prática (ePCK) informa o conhecimento pessoal (pPCK). Ao analisarem a mediação na SDF, os mestrandos exercem o que Alonzo, Berry e Nilsson (2019) descrevem como a transformação da experiência tácita em conhecimento explícito. Este movimento permite que incidentes críticos, como a resistência ideológica de alunos fictícios, sejam processados e integrados ao repertório do professor, demonstrando que o ePCK envolve tanto o momento da ação pedagógica quanto a reflexão estruturada que ocorre imediatamente após a atividade.

A retroalimentação do pPCK é potenciada pelo ciclo de planejamento-ação-reflexão, onde a autocrítica atua como um filtro que amplifica a necessidade de novos saberes. Behling, Förtsch e Neuhaus (2022) argumentam que este ciclo é essencial para melhorar as orientações motivacionais e a qualidade do planejamento de práticas futuras. Nos dados, a admissão de lacunas em História, Filosofia e Sociologia da Ciência pelos participantes valida a ideia de que o ePCK é desenvolvido através da integração de percepções sobre a qualidade instrucional (Hartmuth *et al.*, 2025). Ao reconhecerem que a sua estratégia inicial foi insuficiente para desconstruir visões eurocêntricas ou negacionistas, os professores utilizam a SDF como um mecanismo de feedback interno que, segundo Vergara *et al.* (2024), é fundamental para o desenvolvimento de um pPCK robusto e adaptado a contextos de ensino específicos.

Estes resultados fornecem indícios diretos para responder à pergunta de pesquisa, mostrando que a SDF permite acessar ao ePCK ao simular a mobilização de conhecimentos em tempo real e sob pressão. A reflexão gerada pelo instrumento retroalimenta o pPCK na medida em que obriga o professor experiente a confrontar as suas próprias crenças e limitações teóricas. Conforme o MCR propõe, a passagem do ePCK para o pPCK torna o conhecimento mais público e analisável para o próprio sujeito (Alonzo, Berry & Nilsson, 2019). Assim, a SDF não é apenas um teste de conhecimento, mas um catalisador de mudança que transforma a percepção de falha do professor numa formação consciente, consolidando a união entre a prática docente e a fundamentação epistemológica em Ciências da Natureza.

Em conexão com a apresentação das conclusões, no próximo tópico, a interpretação reforça que a natureza dinâmica do PCK exige instrumentos que capturem a docência na sua complexidade. A simulação da SDF provou ser um recurso metalinguístico capaz de desvelar o saber fazer e o pensar sobre o fazer de professores experientes. Como apontado por Carlson e Daehler (2019), o pPCK é único para cada indivíduo e moldado por experiências de partilha profissional.

À GUIA DE UMA CONCLUSÃO

Esta investigação demonstrou que a SDF pode se constituir como uma alternativa de dispositivo metodológico para acessar o ePCK de professores experientes, contribuindo na superação as limitações de instrumentos retrospectivos e puramente declarativos. Ao imergir os mestrandos em um cenário verossímil de sala de aula, a SDF exigiu tomadas de decisão imediatas diante de dilemas complexos, como o negacionismo e o machismo na ciência, revelando um ePCK que se manifesta na pressão do ofício docente. O acesso a esse conhecimento permitiu observar não apenas o que o professor sabe, mas como ele mobiliza e transforma esse saber para mediar conflitos cognitivos e atitudinais em tempo real.

Os resultados revelaram que, embora os docentes possuam um pPCK robusto e alinhado a discursos contemporâneos e progressistas da Filosofia da Ciência, existe um descompasso significativo no momento da transformação do pPCK para o ePCK. O teste de coerência demonstrou que, perante o deboche ou a resistência dogmática dos alunos simulados, muitos professores experientes recuam para posturas tradicionais ou meramente expositivas. Essa surpresa relatada pelos participantes indica que o planejamento focado estritamente na verdade da ciência é insuficiente para gerir as tensões sociocientíficas que emergem na prática cotidiana.

A reflexão gerada pelo enfrentamento desses dilemas na SDF atuou como um espelho metacognitivo, forçando os mestrandos a confrontarem suas próprias lacunas teóricas e pedagógicas. Esse processo de autocrítica permitiu que os docentes identificassem que a falha na mediação não residia apenas no comportamento do aluno, mas na fragilidade de suas próprias estratégias de gestão de conflitos. Assim, neste contexto pesquisado, entendemos que a SDF não funcionou apenas como coleta de dados, mas como uma

ferramenta de desenvolvimento profissional que promove a consciência sobre a necessidade de novos aportes pedagógicos.

A retroalimentação do pPCK ocorreu à medida que os professores, ao refletirem sobre a prática simulada, iniciaram um movimento de reestruturação de suas bases de conhecimento. A percepção de que o domínio do conteúdo científico, isoladamente, não sustenta o embate contra o negacionismo impulsionou a busca por uma integração mais profunda entre a História, Filosofia e Sociologia da Ciência e os conhecimentos pedagógicos. Dessa forma, o ciclo de planejar-ensinar-refletir, proporcionado pelo instrumento, transformou a frustração da simulação em novos saberes integrados ao repertório pessoal de cada docente.

A despeito das potencialidades evidenciadas, cumpre apontar as lacunas e limites que circundam esta pesquisa. Em termos metodológicos, a investigação restringiu-se a um grupo pequeno e delimitado de cinco participantes inseridos em um recorte contextual específico. Por se tratar de um ambiente inteiramente simulado por meio de produções textuais e marcações em escala (SDF e Likert), o dispositivo pode ocultar elementos imprevistos e reações corpóreas que se manifestam unicamente no calor de uma sala de aula presencial e física. Ademais, a análise focou em uma transição teórica imediata pós-disciplina, limitando a compreensão sobre como e se esse pPCK reestruturado de fato gerará modificações perenes e duradouras nas práticas pedagógicas cotidianas desses mestrandos a longo prazo.

Entretanto, acreditamos que a pesquisa apresenta que a SDF pode ser um novo instrumento para objetivar o conhecimento tácito e volátil de professores experientes, permitindo que a pesquisa em Ensino de Ciências avance na compreensão da dinâmica multicamada do MCR do PCK. Com base no grupo estudado, entendemos que o dispositivo mostrou-se capaz de captar a sensibilidade contextual e a capacidade de transformação do conhecimento dos mestrandos, oferecendo um laboratório controlado para o estudo de situações didáticas que seriam de difícil observação direta no ambiente escolar real.

Como propostas de continuidade, sugere-se a aplicação da SDF em ciclos de formação continuada, expandindo o uso do instrumento para outros temas polêmicos e transversais da Educação Básica. Pesquisas futuras poderiam investigar como a participação sistemática em simulações de conflitos didáticos altera, a longo prazo, as práticas reais desses professores em suas salas de aula. Além disso, recomenda-se o desenvolvimento de novos cenários fictícios que integrem ferramentas digitais e tecnologias assistivas, buscando compreender como o ePCK se mobiliza em ambientes de ensino híbridos e inclusivos.

REFERÊNCIAS

ALONZO, A. C.; BERRY, A.; NILSSON, P. Unpacking the complexity of science teachers' PCK in action: enacted and personal PCK. *In*: HUME, A.; COOPER, R.; BOROWSKI, A. (ed.). **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science**. Singapore: Springer, 2019. p. 263-287.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BEHLING, F.; FÖRTSCH, C.; NEUHAUS, B. J. Using the plan-teach-reflect cycle of the refined consensus model of PCK to improve pre-service biology teachers' personal PCK as well as their motivational orientations. **Education Sciences**, [S. l.], v. 12, n. 10, p. 654, 2022.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

CARLSON, J.; DAEHLER, K. R. The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In: HUME, A.; COOPER, R.; BOROWSKI, A. (ed.). **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science**. Singapore: Springer, 2019. p. 77-92.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 500-528, 2015.

HARTMUTH, D. *et al.* Developing science teachers' enacted pedagogical content knowledge through integration of student feedback into the Refined Consensus Model of pedagogical content knowledge. **Cogent Education**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 2470563, 2025.

LOUGHRAN, J. *et al.* Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. **Research in Science Education**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 289-307, 2001.

LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In search of pedagogical content knowledge in science: developing ways of articulating and documenting professional practice. **Journal of Research in Science Teaching**, [S. l.], v. 41, n. 4, p. 370-391, 2004.

SANNERT, R.; VAN DRIEL, J.; KRELL, M. Can content representation (CoRe) accurately capture key components of science teachers' PCK? A methodological perspective. **Journal of Science Teacher Education**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 109-133, 2026.

SHULMAN, L. S. Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, [S. l.], v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SILVA, B. V. C. **Para além do CoRe e PaP-eRs**: superando lacunas na investigação do PCK através de situações didáticas fictícias. 2026. Artigo submetido para avaliação.

VERGARA, C. *et al.* A map of collective pedagogical content knowledge as a basis for studying the development of biology teachers' personal PCK of evolution. **International Journal of Science Education**, [S. l.], v. 47, n. 17, p. 2279-2301, 2025.

APÊNDICE A (SITUAÇÃO DIDÁTICA FICTÍCIA)

Leia a situação didática fictícia abaixo e responda aos questionamentos apresentados nela.

Você está em uma aula de 9º ano. Espalhou quatro fotos sobre as mesas (Astrofísica negra, equipe jovem de laboratório, cientista do clima na Antártida e uma bióloga indígena). Após as falas iniciais dos alunos, você intervém **problematizando cada visão**:

Enzo: “Professor, isso é tudo invenção. Ciência é opinião paga pelo governo para nos controlar!”

Professor: “Interessante seu ponto, Enzo. Mas se a ciência é apenas uma ‘opinião paga’, como você explica que medicamentos ou aviões funcionam da mesma forma em países com governos totalmente opostos e inimigos? O que faz a ‘opinião’ deles ser tão precisa na prática?”

Thiago: “Cientista é homem, branco e gênio, tipo o Einstein. Essas fotos de mulheres negras e jovens são só para parecer bonito, não é a realidade.”

Professor: “Thiago, você citou o Einstein. Ele foi um gênio, sem dúvida. Mas você já se perguntou quem testou as teorias dele? Se apenas homens brancos podem ser gênios, como explicar o fato de que os cálculos de trajetórias espaciais, que exigem precisão absoluta, foram feitos por mulheres negras na NASA? Será que a inteligência tem cor ou gênero, ou será que o que vemos nos livros é apenas uma parte da história?”

Beatriz: “Isso é preconceito! A ciência é diversa e se baseia em evidências, não é ‘achismo!’”

Professor: “Beatriz, você defende que a ciência é diversa. Mas, se olharmos para a história, a maioria dos nomes que conhecemos são homens brancos. Se a ciência é tão diversa assim, por que esses outros rostos demoraram tanto para aparecer ou ser reconhecidos? Será que a ciência é neutra ou ela também sofre com os preconceitos da sociedade?”

Lucas: “A diversidade ajuda a olhar os problemas de jeitos diferentes. Se todos forem iguais, ninguém questiona nada.”

Professor: “Lucas, você diz que a diversidade traz novos olhares. Mas como isso funciona na prática? Um cientista de uma cultura diferente veria uma célula de um jeito diferente através do microscópio? O fato científico muda dependendo de quem olha?”

A turma silencia. As perguntas não deram respostas, mas colocaram todos - os que estavam errados e os que estavam certos - em estado de dúvida sobre os fundamentos de suas crenças. Todos olham para você agora.

Responda como se estivesse vivendo o momento:

Questão 1. Após as suas perguntas provocativas, o silêncio paira na sala. Qual seria o seu próximo movimento para que os próprios alunos busquem evidências para responder a esses questionamentos, sem que você precise dizer “quem está certo”?

Questão 2. Que conteúdo e por que você o utilizaria para alimentar esse debate? Justifique como esse conteúdo ajuda a confrontar simultaneamente o Thiago e o Enzo.

Questão 3. Ao problematizar a visão de Beatriz e Lucas, qual era o seu objetivo pedagógico? Por que é importante questioná-los?

Questão 4. Enquanto você fazia as perguntas, qual foi o maior desafio: problematizar Enzo/Thiago ou Beatriz/Lucas? Justifique sua resposta.

Questão 5. De que forma essa estratégia de ‘não dar respostas’ mobilizou o seu conhecimento sobre como os alunos aprendem ciência? Se você, em situação real de sala de aula, se sentiria seguro com o seu conhecimento para sustentar esse debate? Justifique.

Questão 6. Se Enzo mantiver a postura mesmo após as evidências, como você deve se adaptar para não isolar o aluno, mas ainda assim manter o rigor científico da aula?

APÊNDICE B (ESCALA LIKERT)

Instrução:

1. Para responder esta atividade, você deve se colocar na situação do professor da SDF.
2. Leia as assertivas abaixo e indique o seu grau de concordância, considerando a Situação Didática Fictícia. (1 = *Discordo Totalmente* | 2 = *Discordo* / 3 = *Nem concordo e nem Discordo* / 4 = *Concordo* / 5 = *Concordo Totalmente*)

ASSERTIVAS	ESCALA (1-5)
1. Ao planejar a mediação, foquei em como desestabilizar a certeza de Thiago sobre “cérebros masculinos” usando dados históricos de mulheres na ciência.	
2. Antecipei que o negacionismo de Enzo não seria resolvido com explicações teóricas, mas sim exigindo que ele analisasse as evidências das fotos.	
3. Planejei as perguntas de modo que os alunos com “visão adequada” (Beatriz e Lucas) tivessem que provar seus pontos, não apenas serem validados por mim.	
4. Minha prioridade no planejamento foi criar um ambiente onde o conflito de ideias fosse mais importante do que chegar a uma resposta certa.	
5. Selecionei as imagens da SDF especificamente para que elas funcionassem como “anomalias” para o modelo mental machista de Thiago.	
6. Desenhei minha intervenção para que Enzo perceba que a ciência é um processo de correção constante e não um dogma infalível.	
7. Preparei-me para mediar a discussão focando mais na construção do argumento dos alunos do que na correção gramatical ou comportamental imediata.	
8. Ao escolher a estratégia, considerei que o contexto cultural dos alunos (redes sociais, vídeos negacionistas) influenciava diretamente a resistência de Enzo.	
9. No planejamento, decidi não dar a definição de “ciência” antes que o conflito entre os quatro estudantes atingisse o ápice.	
10. Minha intenção foi usar o erro de Thiago como um “momento de ensino” para discutir como a ciência foi usada historicamente para excluir grupos sociais.	
11. Ao refletir sobre minha mediação, percebi que meu conhecimento sobre filosofia da ciência foi insuficiente para aprofundar a resposta dada a Beatriz.	
12. Acredito que a pergunta que fiz ao Lucas (sobre o olhar do cientista mudar o fato) foi essencial para ele entender que a ciência não é uma cópia da realidade.	
13. Se eu pudesse refazer a aula, buscaria mais exemplos de cientistas do Sul Global para confrontar a visão eurocêntrica mencionada por Thiago.	
14. Percebi que minha dificuldade em lidar com o deboche de Enzo revela uma lacuna no meu conhecimento sobre como gerenciar tópicos sociocientíficos polêmicos.	
15. Avalio que o silêncio da turma após minhas provocações foi um sinal de que o conflito cognitivo planejado foi atingido.	
16. Notei que minhas respostas tenderam a dar mais atenção às falas machistas de Thiago do que ao negacionismo de Enzo, o que pode ter desequilibrado o objetivo da aula.	
17. Minha reflexão pós-aula indica que eu deveria ter explorado mais a foto da bióloga indígena para expandir o conceito de “diversidade” de Lucas.	
18. Ao analisar minha própria prática e respostas para a SDF, percebo que mobilizei mais conhecimentos de conteúdos de Ciência do que conhecimentos pedagógicos.	
19. A mudança de comportamento de Thiago (parar de rir) é para mim um indicador de sucesso da mediação mais forte do que se ele tivesse feito uma prova.	
20. Esta situação me fez perceber que preciso de um maior domínio da História, Filosofia e Sociologia da Ciência.	