

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Faculdade de Educação**

**Programa de Pós-graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social**

Helen Cristiane Barroso Bicalho

**ANÁLISE DA ARTICULAÇÃO ENTRE O PPCK E O EPCK DE UM LICENCIANDO  
DE QUÍMICA EM UM CONTEXTO DE ENSINO ARGUMENTATIVO**

Belo Horizonte

2025

Helen Cristiane Barroso Bicalho

**ANÁLISE DA ARTICULAÇÃO ENTRE O PPCK E O EPCK DE UM LICENCIANDO  
DE QUÍMICA EM UM CONTEXTO DE ENSINO ARGUMENTATIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Educação e Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Stefannie de Sá Ibraim

Belo Horizonte

2025

B583a T	<p>Bicalho, Helen Cristiane Barroso, 1994- Análise da articulação entre o PPCK e o EPCK de um licenciando de Química em um contexto de ensino argumentativo [manuscrito] / Helen Cristiane Barroso Bicalho. -- Belo Horizonte, 2025. 170 f. : enc., il., color.</p> <p>Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. Orientadora: Stefannie de Sá Ibraim. Bibliografia: f. 151-154. Apêndices: f. 155-170.</p> <p>1. Educação -- Teses. 2. Professores de ciências -- Formação -- Teses. 3. Professores de ciências -- Prática de ensino -- Teses. 4. Professores de química -- Formação -- Teses. 5. Professores de química -- Prática de ensino -- Teses. 6. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo -- Teses. 7. Química -- Estudo e ensino -- Teses. 8. Química -- Métodos de ensino -- Teses. 9. Química -- Lógica -- Estudo e ensino -- Teses. 10. Ciência -- Estudo e ensino -- Teses. 11. Ciência -- Estudo e ensino -- Métodos de ensino -- Teses. 12. Ciência -- Lógica -- Estudo e ensino -- Teses. I. Título. II. Ibraim, Stefannie de Sá, 1990-. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.</p>
	CDD- 370.71

**Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)**  
Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

## ATA

### DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA HELEN CRISTIANE BARROSO BICALHO

Realizou-se, no dia 09 de abril de 2025, às 14:00 horas, na sala da Congregação da Faculdade de Educação, da Universidade Federal de Minas Gerais, a 1570ª defesa de dissertação, intitulada *ANÁLISE DA ARTICULAÇÃO ENTRE O pPCK E O ePCK DE UM LICENCIANDO DE QUÍMICA EM UM CONTEXTO DE ENSINO ARGUMENTATIVO*, apresentada por HELEN CRISTIANE BARROSO BICALHO, número de registro 2023650717, graduada no curso de QUÍMICA/NOTURNO, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO - CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Stefannie de Sa Ibraim - Orientadora (UFMG), Prof(a). Poliana Flávia Maia (UFV), Prof(a). Elaine Soares Franca (UFMG).

A comissão considerou a dissertação: Aprovada.

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 09 de abril de 2025.

Prof(a). Stefannie de Sa Ibraim ( Doutora )

Prof(a). Poliana Flávia Maia ( Doutora )

Prof(a). Elaine Soares Franca ( Doutora )



Documento assinado eletronicamente por **Elaine Soares Franca, Professora Ensino Básico Técnico Tecnológico**, em 09/04/2025, às 18:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Poliana Flávia Maia, Usuária Externa**, em 10/04/2025, às 18:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Stefannie de Sa Ibraim, Professora do Magistério Superior**, em 22/04/2025, às 18:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 4124422 e o código CRC 8F2E0A08.

Dedico este trabalho à minha mãe e a meu avô, que, mesmo não estando fisicamente presentes, continuam a iluminar meus caminhos com o amor e os valores que me ensinaram.

Espero que, onde quer que estejam, sintam orgulho do meu percurso, pois tudo o que sou e tudo o que conquisto tem suas raízes no amor incondicional e na dedicação que sempre me ofereceram.

Com eterna saudade e gratidão.

## AGRADECIMENTOS

A jornada deste mestrado foi repleta de desafios, aprendizados e crescimento, e não teria sido possível sem o apoio de pessoas especiais, às quais expresso minha mais profunda gratidão.

Em memória, agradeço a minha mãe e meu avô, que mesmo ausentes nesse mundo, instruíram meus passos até aqui.

À minha amiga Amanda, pelo companheirismo incondicional, pelas palavras de incentivo nos momentos difíceis e por sempre acreditar no meu potencial. Sua amizade tornou essa caminhada mais leve e significativa.

Ao Guilherme, por sua compreensão e suporte constante. Obrigada por estar ao meu lado em cada etapa, comemorando minhas conquistas e me apoiando nos momentos de incerteza. Sua presença foi fundamental para que eu seguisse em frente com determinação.

À minha orientadora, Stefannie, por sua orientação precisa, sua dedicação e seu compromisso com meu crescimento acadêmico. Sua confiança no meu trabalho, seus ensinamentos e sua capacidade de me acalmar quando tudo parecia estar errado, foram essenciais para a realização desta pesquisa.

Ao grupo de pesquisa NEFEC, por proporcionar um ambiente de aprendizado colaborativo e enriquecedor. As trocas e discussões foram fundamentais para ampliar minha visão e fortalecer minha trajetória acadêmica.

Aos meus colegas das disciplinas e professores, por todas as discussões e ensinamentos que de alguma forma impactaram a construção desta pesquisa.

À CAPES, pelo financiamento e pela oportunidade de me dedicar integralmente à pesquisa. O suporte concedido foi essencial para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Autores ressaltam as contribuições da argumentação para o ensino de ciências e destacam a relação entre a prática do professor e a argumentação dos alunos, além de salientar a importância do professor na condução e criação de situações argumentativas em sala de aula. Apesar de diversas pesquisas que destacam qual é o papel do professor em aulas argumentativas, muitos professores se sentem despreparados para conduzir situações argumentativas em suas aulas, mesmo após participarem de cursos de formação voltados a inserção da argumentação no ensino. Considerando que a forma como um professor mobiliza seus conhecimentos durante o ensino pode ser retratada na literatura a partir dos modelos de PCK e que estamos interessadas em entender como esses conhecimentos são mobilizados em um contexto de ensino argumentativo, este estudo tem por objetivo investigar como duas dimensões do Modelo Consensual Refinado (RCM) de Pedagogical Content Knowledge (PCK), PCK pessoal (pPCK) e PCK em ação (ePCK), de um licenciando se articulam em um contexto de ensino de química envolvendo argumentação. Para tanto, analisamos dados adquiridos a partir: (i) de respostas gravadas de um questionário de sondagem sobre os conhecimentos da base do PCK e dos conhecimentos de argumentação de um licenciando; (ii) de gravações da aplicação de uma sequência de aulas planejadas tendo como orientação a argumentação; e (iii) de respostas gravadas de questionários pré e pós aplicação da sequência didática. O RCM do PCK e o Modelo Conhecimentos para Ação Docente envolvendo a Argumentação foram utilizados como ferramenta analítica. Os resultados da análise evidenciam principalmente que (i) a articulação entre o pPCK e o ePCK manifestados pelo sujeito de pesquisa ocorreu de maneira dinâmica e consistente ao longo dos episódios analisados, evidenciando as relações esperadas pelo RCM; (ii) a argumentação atuando como orientação e objeto de ensino, amplificou as escolhas pedagógicas do sujeito de pesquisa, influenciando tanto a definição de estratégias quanto a forma como ele conduziu as interações em sala; e (iii) as ações do sujeito de pesquisa foram filtradas e/ou amplificadas pelos resultados dos alunos, que moldaram sua prática pedagógica e promoveram ajustes simultâneos. Como implicação, este estudo sugere a necessidade de pesquisas sobre a articulação bidirecional entre pPCK e ePCK em contextos de ensino argumentativo a longo prazo. Tais pesquisas poderiam contribuir para a compreensão e identificação de fatores que auxiliariam o desenvolvimento do PCK dos professores nos cursos de formação para o ensino de ciências em contextos argumentativos.

**Palavras-Chave:** ensino em contexto argumentativo, PCK pessoal, PCK em ação, formação inicial de professores, educação em ciências.

## ABSTRACT

Authors emphasize the contributions of argumentation to science teaching and highlight the relationship between teacher practice and student argumentation, in addition to emphasizing the importance of the teacher in conducting and creating argumentative situations in the classroom. Despite several studies that highlight the role of the teacher in argumentative classes, many teachers feel unprepared to conduct argumentative situations in their classes, even after participating in training courses focused on the inclusion of argumentation in teaching. Considering that the way a teacher mobilizes his/her knowledge during teaching can be portrayed in the literature based on PCK models and that we are interested in understanding how this knowledge is mobilized in a context of argumentative teaching, this study aims to investigate how two dimensions of the Refined Consensual Model (RCM) of Pedagogical Content Knowledge (PCK), personal PCK (pPCK), and PCK in action (ePCK), of a teaching undergraduate student, are articulated in a context of chemistry teaching involving argumentation. To this end, we analyzed data acquired from: (i) recorded responses to a survey on the knowledge of the PCK base and the argumentation knowledge of a student; (ii) recordings of the application of a sequence of planned classes with argumentation as a guideline; and (iii) recorded responses to questionnaires before and after the application of the teaching sequence. The PCK RCM and the Knowledge Model for Teaching Action involving Argumentation were used as analytical tools. The results of the analysis mainly show that (i) the articulation between the pPCK and ePCK manifested by the research subject occurred in a dynamic and consistent manner throughout the episodes analyzed, evidencing the relationships expected by the RCM; (ii) argumentation acting as a guideline and teaching object, amplified the pedagogical choices of the research subject, influencing both the definition of strategies and the way in which he conducted interactions in the classroom; and (iii) the research subject's actions were filtered and/or amplified by the students' results, which shaped their pedagogical practice and promoted simultaneous adjustments. As an implication, this study suggests the need for research on the bidirectional articulation between pPCK and ePCK in long-term argumentative teaching contexts. Such research could contribute to the understanding and identification of factors that would assist the development of teachers' PCK in training courses for teaching science in argumentative contexts.

**Keywords:** teaching in an argumentative context, personal PCK, PCK in action, initial teacher training, science education.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Representação do Modelo Consensual Refinado de PCK.....	40
<b>Figura 2:</b> Esquema da articulação entre pPCK e ePCK do primeiro trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses” .....	66
<b>Figura 3:</b> Esquema da articulação entre pPCK e ePCK do segundo trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses” .....	76
<b>Figura 4:</b> Esquema da articulação entre pPCK e ePCK do terceiro trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses” .....	87
<b>Figura 5:</b> Mapa da Cidade de Belo Horizonte apresentado por Daniel.....	89
<b>Figura 6:</b> Esquema da articulação entre as esferas do ePCK do primeiro trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)” .....	94
<b>Figura 7:</b> Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK no segundo trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)” .....	99
<b>Figura 8:</b> Esquema da articulação entre as esferas do ePCK no terceiro trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)” .....	106
<b>Figura 9:</b> Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK do quarto trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)” .....	114
<b>Figura 10:</b> Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK do quinto trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)” .....	124
<b>Figura 11:</b> Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK do primeiro trecho do episódio “Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir de um Experimento” .....	135
<b>Figura 12:</b> Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK do primeiro trecho do episódio “Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir de um Experimento” .....	142

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Primeiro trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses” .....	62
<b>Quadro 2:</b> Trecho da resposta para a pergunta presente no questionário sobre o planejamento: “Quais são as estratégias de ensino escolhidas e as razões específicas para usá-las frente a argumentação? Por quê?” .....	64
<b>Quadro 3:</b> Resposta para pergunta presente no questionário sobre o planejamento “De forma geral, quais são as dificuldades/limitações relacionadas ao processo argumentativo em sala de aula?” .....	64
<b>Quadro 4:</b> Resposta para a pergunta presente no questionário pré aula “Como você pretende instigar a argumentação dos alunos? E entre eles?” .....	65
<b>Quadro 5:</b> Segundo trecho do episódio "Levantamento de Hipóteses" .....	68
<b>Quadro 6:</b> Resposta para a questão presente no questionário sobre o planejamento: “O que você objetiva que os alunos aprendam sobre esse tópico de conteúdo? Por que é importante que os alunos saibam disso em relação a este tópico de conteúdo?” .....	71
<b>Quadro 7:</b> Resposta para a questão presente no questionário sobre o planejamento: “O que você objetiva que os alunos aprendam sobre esse tópico de conteúdo? Por que é importante que os alunos saibam disso em relação a este tópico de conteúdo?” .....	72
<b>Quadro 8:</b> Trecho da resposta para a questão presente no questionário pré-aula “Como você idealizou a aula de hoje?” .....	74
<b>Quadro 9:</b> Trecho da resposta para a questão presente no questionário pré-aula “Quais problemas ou imprevistos você acha que podem surgir na aplicação de hoje?” .....	74
<b>Quadro 10:</b> Terceiro trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses” .....	78
<b>Quadro 11:</b> Resposta para a pergunta presente no questionário sobre o planejamento “Que perguntas você considera importante fazer nestas estratégias de ensino? .....	85
<b>Quadro 12:</b> Primeiro trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências) .....	90
<b>Quadro 13:</b> Trecho da resposta para a pergunta presente no questionário pré-aula “Como você idealizou a aula de hoje?” .....	93
<b>Quadro 14:</b> Segundo trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências) .....	96
<b>Quadro 15:</b> Resposta para a questão presente no questionário relacionado ao planejamento: “O que você objetiva que os alunos aprendam sobre argumentação? Por que é importante que eles aprendam isso?” .....	97
<b>Quadro 16:</b> Terceiro trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências) .....	101

<b>Quadro 17:</b> Resposta para a questão “O que você considera difícil em relação ao processo argumentativo em sala de aula?” presente no questionário do planejamento .....	105
<b>Quadro 18:</b> Quarto trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências) .....	108
<b>Quadro 19:</b> Resposta para a pergunta “A maneira que você pensou em instigar a argumentação dos alunos e entre eles funcionou? Justifique.” presente no questionário pós-aula.....	112
<b>Quadro 20:</b> Quinto trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências) .....	116
<b>Quadro 21:</b> Resposta para a pergunta “Considerando o que foi apontado como objetivo, o que mais você sabe sobre argumentação (e não pretende ensinar aos alunos)? Por quê? O que torna esse tópico de conteúdo fácil ou difícil de entender?” presente no questionário sobre planejamento .....	121
<b>Quadro 22:</b> Resposta para a pergunta “Como foi a aula?” ao ser questionado pela pesquisadora após finalizar a aplicação.....	122
<b>Quadro 23:</b> Resposta para a pergunta “Foi necessário alterar seu planejamento durante a aula? Se sim, por quê? Quais ações suas foram alteradas?” presente no questionário pós-aula .....	122
<b>Quadro 24:</b> Primeiro trecho do episódio “Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir de um Experimento” .....	126
<b>Quadro 25:</b> Segundo trecho do episódio “Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir de um Experimento” .....	137

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFEEA	Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação
AObE	Argumentação como Objeto de Ensino
AOE	Argumentação como Orientação de Ensino
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAA	Crença sobre a Aprendizagem dos Alunos
CK	Content Knowledge
CoRe	Content Representation
CPC	Conhecimento Pedagógico de Conteúdo
cPCK	PCK Coletivo
CRMG	Currículo de Referência de Minas Gerais
ePCK	PCK em Ação
ePCKp	PCK em Ação no Planejamento
ePCKr	PCK em Ação na Reflexão
ePCKt	PCK em Ação no Ensino
PCK	Pedagogical Content Knowledge
pPCK	PCK Pessoal
RCM	Refined Consensus Model
TAP	Toulmin's Argumentation Pattern
TPK&S	Teacher Professional Knowledge and Skill
TPKB	Teaching Professional Knowledge Base
TSPK	Topic-Specific Professional Knowledge

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	17
<b>2.1 Uma Visão do Papel do Professor no Ensino de Ciências a partir da Argumentação</b> .....	17
<b>2.2 Ensino de Argumentação na Formação Inicial e Continuada de Professores</b> .....	25
<b>2.3 PCK, PCK de Argumentação e Conhecimento para Ação Docente Envolvendo a Argumentação para o Ensino de Ciências</b> .....	36
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	46
<b>4. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	46
<b>4.1 Contexto de Coleta de Dados</b> .....	48
<b>4.1.1 Caracterização do Contexto de Pesquisa</b> .....	48
<b>4.1.2 Seleção e Caracterização do Sujeito de Pesquisa</b> .....	52
<b>4.2 Coleta de Dados</b> .....	55
<b>4.2.1 Questionários</b> .....	56
<b>4.2.2 Registro em Áudio e Vídeo das Aulas Conduzidas em Sala de aula Real e dos Encontros do Curso de Formação</b> .....	57
<b>4.2.3 Coleta de Material Produzido e Utilizado</b> .....	58
<b>4.3 Análise de Dados</b> .....	58
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	60
<b>5.1 Episódio 1: Levantamento de Hipóteses</b> .....	60
<b>5.2 Episódio 2: Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)</b> .....	88
<b>5.3 Episódio 3: Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir de um Experimento</b> .....	125
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	142
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	151
<b>APÊNDICE 1 – QUESTÃO PROBLEMA: CURSOS DE LICENCIATURA</b> .....	155
<b>APÊNDICE 2 – ATIVIDADE TERRAPLANISMO</b> .....	156
<b>APÊNDICE 3 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL: AO INFINITO E ALÉM!</b> .....	160
<b>APÊNDICE 4 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL: UAI! ISSO É SÓLIDO OU LÍQUIDO</b> .....	161

<b>APÊNDICE 5 – QSC E ARGUMENTAÇÃO .....</b>	<b>164</b>
<b>APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM PCK E ARGUMENTAÇÃO .....</b>	<b>165</b>
<b>APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS-APLICAÇÃO.....</b>	<b>167</b>
<b>ANEXO 1 – ATIVIDADE CRÂNIO DO COPÉRNICO.....</b>	<b>168</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O reconhecimento da importância da inserção de práticas argumentativas em sala de aula não é recente nos trabalhos que pesquisam o ensino de ciências (Driver; Newton; Osborne, 2000; Jiménez-Aleixandre, 2008, 2010; Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2008; Newton; Driver; Osborne, 1999; Sampson; Blanchard, 2012). Nesses trabalhos, os autores trazem discussões da literatura da área sobre aspectos essenciais para entendermos a argumentação no ensino de ciências, por exemplo, as contribuições da utilização da argumentação no ensino (Jiménez-Aleixandre, 2008, 2010; Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2008), o papel dos alunos e dos professores neste contexto (Jiménez-Aleixandre, 2008), ambientes de ensino favoráveis ao ensino por argumentação (Driver; Newton; Osborne, 2000), dificuldades encontradas pelos professores de inserir argumentação no ensino (Newton; Driver; Osborne, 1999; Sampson; Blanchard, 2012).

Pensando sobre as contribuições do ensino de ciências pautado em argumentação, Jiménez-Aleixandre (2010) aponta que este pode favorecer: o desenvolvimento da competência da aprendizagem sobre a cultura científica, de aprender a aprender e o desenvolvimento do pensamento crítico. A primeira contribuição ressaltada pela autora é a aprendizagem sobre ciências, que diferenciada do mero aprendizado de conceitos, envolve a assimilação das práticas científicas, incluindo a produção, avaliação e comunicação de conhecimento. A autora ressalta que a argumentação e o uso de evidências contribuem para a compreensão de que o conhecimento científico é provisório, sujeito à substituição de ideias e modelos à luz das evidências disponíveis.

Além disso, a argumentação contribui para o aprendizado sobre o próprio processo de aprendizagem, uma vez que os estudantes, ao participarem de atividades argumentativas, explicitam parte de seu raciocínio, promovendo a consciência das ações durante o processo e a capacidade de regular a aprendizagem. Jiménez-Aleixandre (2010) destaca ainda que a argumentação favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, relacionando-o à formação de cidadãos comprometidos com a evidência e capacitados para a reflexão sobre questões sociais relevantes. As práticas argumentativas, como apresentar e defender opiniões embasadas, persuadir, avaliar pontos de vista diferentes e tomar decisões com base em critérios, são vistas como úteis não apenas em ambientes educacionais, mas também na vida cotidiana dos cidadãos.

Tendo isto em vista, é relevante pensarmos sobre o papel do professor frente à essa abordagem de ensino, uma vez que ele é o responsável por planejar e conduzir as situações de

ensino em sala de aula. Sampson e Blanchard (2012) enfatizam que os professores não podem apenas focar o ensino em conteúdos científicos se quiserem ajudar os alunos a aprenderem como participar da argumentação científica, os professores também devem se concentrar na natureza da ciência e na produção do conhecimento. Portanto, os professores precisam fornecer oportunidades estruturadas para os alunos participarem da argumentação científica para que eles tenham a chance de aprender o conhecimento científico e sobre a própria ciência. (Sampson; Blanchard, 2012).

Pensando nestas oportunidades estruturadas, diversos estudos (Borges; Lima, 2021; Ferraz; Sasseron, 2017; Ibraim; Justi, 2018; Jiménez-Aleixandre, 2008; McNeill; Krajcik, 2008; Simon; Erduran; Osborne, 2006) trazem contribuições teóricas e empíricas sobre qual é o papel do professor frente ao ensino envolvendo a abordagem argumentativa. Ao ler esses estudos, percebemos que há uma variedade de ações relacionadas ao papel do professor para o fomento de argumentação em uma sala de aula, como, incentivar ideias/posicionamento e valorizar posições distintas (Simon *et al.*, 2006); incentivar o aluno a assumir uma posição e solicitar esclarecimentos sobre detalhes de uma ideia apresentada (Ibraim; Justi, 2022); propor e executar o planejamento das aulas considerando aspectos que podem favorecer a argumentação (Jiménez-Aleixandre, 2008); desenvolver e fornecer critérios para a construção e avaliação de argumentos e componentes de argumentos, e incentivar a reflexão dos alunos sobre as suas posições, sobre as mudanças de posições em consequência da sequência de ensino ou dos debates, e sobre as razões subjacentes a essa mudança (Jiménez-Aleixandre, 2008; Simon *et al.*, 2006).

Até o momento, foram abordadas as contribuições da argumentação no contexto educacional, assim como o papel crucial do professor nas aulas que adotam essa abordagem. Diante desse cenário, a expectativa era que essa prática se disseminasse e fosse adotada de maneira mais ampla nas aulas de ciências naturais. No entanto, estudos (Henderson *et al.*, 2018; Newton; Driver; Osborne, 1999; Sampson; Blanchard, 2012) apontam que a argumentação foi e ainda é uma estratégia pouco utilizada por muitos professores. Um dos motivos identificados é a falta de formação específica em argumentação, indicando que muitos educadores não receberam a formação adequada sobre como integrar efetivamente a argumentação em suas práticas de ensino. A ausência de preparo pode tornar a implementação dessa abordagem mais desafiadora, uma vez que os professores podem sentir-se inseguros em relação à condução de discussões argumentativas em sala de aula.

Estudos (Aydeniz; Ozdilek, 2016; Ibraim; Justi, 2016, 2017; Lourenço; Abib; Murillo, 2016; Martins *et al.*, 2022; McNeill; Knight, 2013; Simon; Erduran; Osborne, 2006; Yamamoto; Kamiyama, 2022; Zembal-Saul, 2009; Zohar, 2008) relacionados à formação inicial ou continuada de professores sinalizam que o ensino de argumentação tem contribuído para que os professores: (i) melhorassem seus argumentos e reconhecessem a importância da argumentação no ensino durante a educação básica (Simon *et al.*, 2006); (ii) reconhecessem o papel do professor como facilitador do pensamento e do entendimento dos alunos, além de passarem a enfatizar a necessidade de que os alunos coletar e analisar os dados e construir explicações a partir de evidências (Zembal-Saul, 2009); e (iii) compreendessem o conceito e o papel da evidência na construção de conclusões, assim como o significado da justificativa (Ibraim; Justi, 2016).

Apesar dos resultados promissores, pesquisas (Aydeniz; Ozdilek, 2016; Ibraim; Justi, 2016; McNeill; Knight, 2013) apresentam problemas relacionados à prática dos professores participantes da formação em argumentação em situações reais ou simuladas de ensino. Por exemplo, McNeill e Knight (2013) apontam que embora os docentes tivessem demonstrado um sólido domínio das evidências e aprimorado a compreensão das afirmativas e justificativas, eles ainda enfrentavam desafios ao tentar aplicar esses conhecimentos em ambiente escolar. Além disso, as autoras destacam que, embora os docentes reconhecessem a importância de promover a argumentação em sala de aula, eles encontraram dificuldades ao formular questões que estimulasse a argumentação dos estudantes.

Ibraim e Justi (2016) destacam em seu estudo que o processo formativo contribuiu significativamente para a aprendizagem conceitual dos elementos da argumentação, mas teve menos impacto no desenvolvimento do conhecimento sobre esses elementos em situações de ensino. Aydeniz e Ozdilek (2016) apontam que os docentes participantes relataram vários desafios ao implementar a argumentação, como, não ser capaz de orientar efetivamente os alunos a usar evidências confiáveis suficientes para justificar suas reivindicações, orientá-los a formar refutações, formar e facilitar a aprendizagem baseada em grupo no contexto da argumentação e avaliar os argumentos dos alunos.

Diante desse cenário, consideramos necessário investigar como o conhecimento teórico e pessoal de um professor em formação se articula com sua prática em sala de aula considerando um contexto de ensino argumentativo. Dessa forma, na seção seguinte discutimos em detalhes três pontos: papel do professor em atividades argumentativas, argumentação na formação de professores, e conhecimentos docentes sobre argumentação. Especificamente, na subseção 2.1,

pretendemos discutir o papel do professor em uma aula em que a abordagem argumentativa está presente. Na subseção 2.2, buscamos apresentar uma visão sobre o ensino de argumentação na formação inicial ou continuada de professores. Por fim, na subseção 2.3, pretendemos explorar as relações entre o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo, Conhecimento pedagógico de Conteúdo de argumentação e os Conhecimentos para Ação Docente Envolvendo a Argumentação. Dando sequência ao trabalho, na seção 3 apresentamos nosso objetivo e a questão de pesquisa relacionada a ele. Na seção 4 discutimos os aspectos metodológicos deste trabalho, incluindo o contexto da coleta de dados (subseção 4.1), a coleta de dados (subseção 4.2) e a análise de dados (subseção 4.3). Na seção 5, apresentamos os nossos resultados e as discussões pertinentes. E na seção 6, apresentamos as considerações finais.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Uma Visão do Papel do Professor no Ensino de Ciências a partir da Argumentação**

Considerando o papel crucial dos professores para o fomento de situações argumentativas, estudos (Borges; Lima, 2021; Ferraz; Sasseron, 2017; Ibraim; Justi, 2018; Jiménez-Aleixandre, 2008; McNeill; Krajcik, 2008; Simon; Erduran; Osborne, 2006) se propõe a investigar qual é o papel do professor frente ao ensino envolvendo abordagem argumentativa. O trabalho de Simon *et al.* (2006), por exemplo, indica que os professores precisam entender o que conta e o que não conta como argumento em ciência e como avaliar os argumentos científicos para ajudar os alunos a aprender como participar da argumentação de uma maneira que reflita as normas e objetivos da Ciência. Além disso, os autores elencam diversas ações que professores, reflexivos sobre os objetivos da argumentação, devem fomentar em sala de aula.

Neste estudo clássico, Simon *et al.* (2006) classificam estas ações em categorias como: (i) falar e ouvir, que engloba as ações de incentivar a discussão e a escuta; (ii) saber o significado do argumento, que diz respeito as ações definir e exemplificar o argumento; (iii) posicionamento, relacionada às ações de incentivar ideias/posicionamento e valorizar posições distintas; (iv) justificar com evidências, que representa as ações de verificar e fornecer evidências, solicitar, encorajar e enfatizar justificativas; (v) construir argumentos, que engloba utilizar trabalho escrito, apresentações e dramatização para incentivar a construção de argumentos; (vi) avaliar argumentos, que envolve as ações de incentivar a avaliação e avaliar o processo de argumentação a partir de evidências; (vii) contra-argumentar/debater, que aloca as ações relacionadas a encorajar a contra-argumentação e o debate; e (viii) refletir sobre o

processo de argumentação, que abarca as ações de incentivar a reflexão e questionar sobre possível mudança de concepções após o processo da argumentação.

Outro estudo nesta perspectiva é de Ibraim e Justi (2022), as autoras elencam em seu trabalho 27 Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação (AFEEA), as quais foram propostas baseadas na literatura e em estudo empírico conduzido por elas. As autoras dividiram as ações em quatro temas centrais: Suporte, Processo, Função e Estrutura. O tema Suporte envolve ações do professor que ajudam ou criam ambientes favoráveis à ocorrência de situações argumentativas, por exemplo, encorajar a escuta de ideias declaradas por outras pessoas, incentivar a participação nas discussões e a expressão de ideias por parte dos alunos, incentivar o aluno a assumir uma posição e solicitar esclarecimentos sobre detalhes de uma ideia apresentada. O tema Processo relaciona as ações dos professores que incentivam o envolvimento dos alunos no processo de argumentação, como solicitar a apresentação de evidências (decorrentes de dados, observações ou informações), solicitar a apresentação de justificativa ou explicação, solicitar esclarecimentos sobre um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, uma refutação, uma explicação ou afirmação de um aluno e construir um argumento subsequente oral e/ou escrito (teoria alternativa, contra-argumento ou refutação).

O tema Função está relacionado às ações dos professores no que diz respeito ao envolvimento dos alunos em processos metacognitivos, procurando contribuir para que compreendam as funções da argumentação, por exemplo, envolver o aluno num processo reflexivo sobre como avaliar as evidências apresentadas quando se depara com uma reclamação, envolver o aluno num processo reflexivo sobre a justificação de uma afirmação, com base nas evidências disponíveis, envolver o aluno num processo reflexivo sobre a construção de um argumento, de uma teoria alternativa, de um contra-argumento ou de uma refutação, tendo em conta a persuasão de uma audiência. Por fim, o tema Estrutura abarca as ações dos professores voltadas à explicação, apresentação ou exemplificação de elementos do processo argumentativo, como definir e/ou exemplificar o conceito de evidência, enfatizar a importância ou o papel da evidência na construção e refutação de um argumento, definir e/ou exemplificar o conceito de justificação, definir e/ou exemplificar o conceito de argumento, teoria alternativa, contra-argumento ou refutação.

Outra contribuição da literatura é de Jiménez-Aleixandre (2008), a autora, a partir de uma revisão de pesquisas relacionadas a argumentação, elenca alguns papéis do professor no contexto de uma aula argumentativa, por exemplo, (i) modelar e orientar a investigação, ou

seja, propor e executar o planejamento das aulas considerando aspectos que podem favorecer a argumentação; (ii) incentivar os alunos a fornecerem evidências para justificar uma posição por meio da proposição de perguntas abertas destinadas a obter justificativas; (iii) desenvolver e fornecer critérios para a construção e avaliação de argumentos e componentes de argumentos; e, (iv) incentivar a reflexão dos alunos sobre as suas posições, sobre as mudanças de posições em consequência da sequência de ensino ou dos debates e sobre as razões subjacentes a essa mudança. Em suma, para a autora, nas salas de aula que promovem a argumentação, os professores têm de apoiar o desenvolvimento da compreensão epistemológica.

McNeill e Krajcik (2008) examinaram a literatura sobre práticas instrucionais que podem apoiar a aprendizagem do aluno sobre explicação/argumentação científica e chegaram a quatro práticas instrucionais que o professor pode utilizar durante a introdução da explicação/argumentação científica, por exemplo, (i) definir a explicação científica, ou seja, definir explicitamente o que se entende por uma explicação/argumentação científica e definir os três componentes, afirmativa, evidência e raciocínio; (ii) tornar explícito o raciocínio da explicação/argumentação científica, ou seja, ajudar os alunos a entender por que um indivíduo pode querer construir uma explicação científica e por que fornecer evidências e raciocínio resulta em uma explicação mais forte e convincente; (iii) modelar a explicação científica, ou seja, modelar como trabalhar com dados e incluir evidências e razões para alegações em seus argumentos como um cientista; e, (iv) conectar a explicação científica à explicação cotidiana, ou seja, os professores precisam desenvolver a consciência dos alunos sobre diferentes discursos e fazer conexões entre o discurso cotidiano dos alunos e o discurso científico.

Outra contribuição encontrada na literatura é de Ferraz e Sasseron (2017), os autores construíram um instrumento metodológico para investigar quais ações tomadas pelo professor promovem o surgimento e desenvolvimento da argumentação pelos estudantes em um contexto do ensino por investigação. De acordo com os autores, essas ações estão relacionadas tanto a aspectos didático-pedagógicos quanto à própria epistemologia da ciência e à exploração dos pontos de vista dos estudantes em relação aos conteúdos científicos abordados durante a aula. Além disso, tais ações dificilmente acontecem em aulas em que não há oportunidades para discussão, tanto entre professor e aluno, como entre os próprios alunos, uma vez que o processo de investigação e a construção conjunta de ideias essenciais ocorrem principalmente por meio dessas interações.

Os autores organizaram as ações em cinco grupos distintos denominados de Propósitos Epistêmicos para Promoção da Argumentação, são eles: (i) retomar, este propósito engloba as

ações de retomar informações, dados e conceitos trabalhados em outros momentos; (ii) problematizar, as ações propor um problema e problematizar uma situação a ser investigada pelos alunos; (iii) explorar, este propósito engloba explorar um ponto de vista e condições de investigação, está relacionado à construção de um melhor entendimento sobre diferentes hipóteses e explicações emitidas pelos alunos; (iv) qualificar, as ações qualificar variáveis, fenômenos, explicações, pontos de vista, contexto de investigação se enquadra neste propósito; e, (v) sintetizar, este propósito engloba as ações sintetizar informações e explicações trazidas pelos alunos com a intenção de sistematizar ideias e continuar ou encerrar a investigação.

Borges e Lima (2021) destacam cinco aspectos favorecedores da argumentação em sala de aula, os quais são notadamente valorizados pelos pesquisadores envolvidos no estudo de argumentação no ensino, são eles: (i) entender o dialogismo como base para desenvolver argumentação em aulas de Ciências, ou seja, reconhecer as necessidades do outro, considerar sua perspectiva e evitar apelar para argumentos de autoridade; (ii) reconhecer a importância da argumentação como objetivo explícito de ensino, o que pressupõe assumir a pesquisa como princípio educativo, adequando estratégias e recursos didáticos em sala de aula; (iii) problematizar os enunciados (escritos ou orais) como possibilidade para aproximar o aluno da maneira como o conhecimento científico é construído; (iv) considerar os aspectos sociocientíficos imersos na argumentação, contribuindo para o desenvolvimento integral do estudante, fomentando o pensamento crítico e a cidadania; e, (v) fomentar a manifestação dos argumentos construídos, oralmente ou por escrito, estimulando o trânsito entre diferentes linguagens e áreas do conhecimento.

Ao analisar as contribuições dos diversos autores mencionados anteriormente, podemos perceber que muitas das ações elencadas por eles se repetem, por exemplo, definir explicitamente o que se entende por argumentação científica e valorizar os diferentes posicionamentos dos alunos, encorajar a escuta, o debate e a manifestação de ideias e incentivar os alunos a fornecerem evidências para justificar uma posição. Além disso, outra contribuição elencada foi desenvolver e fornecer critérios para a construção e avaliação de argumentos e componentes de argumentos e incentivar a reflexão dos alunos sobre as suas posições, sobre as mudanças de posições em consequência da sequência de ensino ou dos debates, e sobre as razões subjacentes a essa mudança. Em suma, essas ações estão relacionadas ao papel do professor como agente responsável por desenvolver a prática argumentativa em sala de aula e reconhecer que seu papel é incentivar os alunos a trabalhar com evidências e justificativas na construção de argumentos.

Até o momento foram apresentadas as contribuições da argumentação no ensino e o papel do professor em aulas que utilizam esta abordagem, diante disso é esperado que esta prática seja difundida e utilizada nas aulas de ciências naturais. Entretanto, estudos (Newton; Driver; Osborne, 1999; Sampson; Blanchard, 2012) indicam que a argumentação é uma abordagem pouco utilizada pelos professores, apesar destes estudos serem antigos, percebemos que essa realidade ainda se perpetua, mesmo frente à promoção e às discussões das contribuições no contexto acadêmico. Feldman (2000) afirma que é necessário que os professores entendam o benefício da argumentação como forma de promover a aprendizagem dos alunos para que eles estejam dispostos a usar essa estratégia em sala de aula. Além disso, o autor destaca que para que haja mudança da prática pedagógica o professor deve se mostrar descontente com sua prática atual e precisa achar a nova prática benéfica, sensata e esclarecedora. Apesar disso, o autor também frisa que o descontentamento por si só não leva necessariamente à acomodação de uma nova teoria prática. Então, quais outros fatores podem impedir ou dificultar a mudança da prática de professores? Esta pergunta tem tentado ser respondida na literatura.

Newton *et al.* (1999) conduziram um estudo na Inglaterra que tinha por objetivo investigar como professores de ciência ofereciam oportunidades para os alunos contribuírem para a coconstrução do conhecimento por meio da discussão e argumentação. Este estudo consistiu em observações das aulas de ciências de 7 escolas em Londres e análise das atividades que ocorriam nelas ao longo do tempo. Além disso, uma das etapas do estudo consistia em entrevistas com os professores de ciências observados, na qual foi investigado porque, na visão dos professores, a argumentação não era utilizada na sala de aula.

Em relação as observações das atividades das aulas de ciência, os pesquisadores concluíram que as aulas eram dominadas pelo professor com forte ênfase na exposição e nas formas de interação de perguntas e respostas. As tarefas escritas tendiam a ser de natureza fechada, envolvendo exercícios de cópia e os trabalhos em grupos constituíram menos de 2% do tempo da aula. O trabalho prático, especialmente o trabalho prático aberto, forneceu a principal oportunidade para os alunos pensarem por si próprios durante as aulas de ciência. Em suma, este estudo indicou que as práticas dominantes nas aulas de ciências tendiam a não incluir atividades que apoiassem a discussão, a argumentação e a construção social do conhecimento.

No que se refere aos resultados oriundos das entrevistas, o principal motivo mencionado por todos os participantes foi a disponibilidade de tempo, ou seja, inserir argumentação no ensino demandaria mais tempo de aula e os professores não consideravam que tinham este

tempo disponível. Outro motivo mencionado foi o Currículo Nacional, ele apresentava uma carga de conteúdo grande o que acabava agravando o problema de encontrar tempo para a inserção de argumentação. Além disso, os entrevistados deixaram claro que administrar a discussão argumentativa de forma eficaz era uma tarefa pedagógica difícil, ou seja, eles não se viam preparados para estar à frente como mediadores desta estratégia. Os professores entrevistados enfatizaram que o uso da argumentação no ensino demandava habilidades pedagógicas de alto nível e confiança, o que geralmente os professores menos experientes não possuíam. Mas, mesmo os professores de ciência experientes admitiram sentir-se inábeis para organizar e liderar discussões argumentativas em grupos e enfatizaram a necessidade de desenvolver mais as habilidades necessárias para gerir situações argumentativas na formação inicial. Sobre treinamentos dessa natureza, Zohar (2008) enfatiza que os programas de desenvolvimento profissional e cursos de formação de professores precisam se concentrar em construir com os professores conhecimentos sólidos sobre as estratégias de argumentação (os professores precisam saber argumentar e entender o uso adequado das evidências) e desenvolver o conhecimento pedagógico no contexto da argumentação no ensino (estratégias para a promoção da argumentação). Por fim, os professores reconheceram que os materiais instrucionais publicados sobre argumentação não foram úteis para apoiá-los na condução de atividades argumentativas.

Apesar do estudo mencionado ser antigo, as razões apontadas pelos professores entrevistados se mantiveram por mais de uma década, podemos perceber isto com o trabalho de Sampson e Blanchard (2012). Neste estudo, os pesquisadores usaram uma entrevista de avaliação cognitiva para examinar como 30 professores de ciências do Ensino Médio avaliavam explicações alternativas e geravam argumentos para apoiar uma explicação específica. Além disso, foi investigado as opiniões dos professores sobre como envolver os alunos na argumentação e as barreiras à integração da argumentação no ensino de ciências.

Focando nos resultados pertinentes às barreiras para a implementação da argumentação em sala, Sampson e Blanchard (2012) apresentaram as seguintes considerações: (i) grande parte dos professores acreditam que a maioria dos alunos em sua sala de aula carece de habilidades, conhecimentos ou hábitos mentais necessários para se engajar na argumentação científica; (ii) os professores consideravam que os alunos deveriam saber como se envolver em argumentação científica antes de terem a chance de avaliar evidências, alternativas ou estabelecer a validade de uma afirmação científica durante uma aula; (iii) muitos professores expressaram preocupação em relação ao tempo que as atividades argumentativas demandam, trazendo como

solução inserir argumentação depois de cumprir o currículo; e, (iv) os professores afirmaram que não possuíam conhecimentos de como envolver os alunos na argumentação e tinham poucos recursos disponíveis para auxiliá-los. A partir desses resultados, percebemos que os motivos dados pelos professores a não inserção da argumentação no ensino de ciências persistiram após uma década do estudo de Newton *et al.* (1999) e de Feldman (2000).

Apesar de não encontrar na literatura estudos mais recentes sobre os motivos para os professores não trabalharem com argumentação em sala de aula, podemos analisar os motivos que se repetiram nos dois estudos mencionados anteriormente e tecer considerações sobre eles. Estas considerações serão feitas analisando o contexto brasileiro, por ser nosso país natal e termos uma melhor visão sobre a educação neste contexto.

Um dos motivos destacado é o tempo disponível para as aulas em relação ao currículo a ser cumprido pelos professores. No Brasil, o currículo adotado é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018). Na BNCC do Ensino Fundamental e Médio, a argumentação é abordada nas Ciências da Natureza como uma competência transversal que perpassa os conteúdos específicos dessa área do conhecimento. A partir da argumentação, os estudantes são estimulados a desenvolverem o pensamento crítico, a capacidade de construir argumentos bem fundamentados e a compreenderem os processos científicos. A BNCC enfatiza a importância de promover o ensino de Ciências da Natureza de forma contextualizada, relacionando os conceitos científicos com o cotidiano dos alunos e com questões sociais e ambientais relevantes. Nesse contexto, a argumentação é utilizada como uma ferramenta para a construção do conhecimento científico e para desenvolver a habilidade de analisar e interpretar evidências e dados científicos.

Entretanto, apesar da argumentação ser abordada na BNCC de diversas formas, ela é mais difícil de ser implementada nas aulas com uma carga horária menor das disciplinas de Ciências da Natureza. Esta carga horária restrita impacta negativamente na qualidade do ensino, pois limita a possibilidade de explorar os conceitos de maneira mais aprofundada e de adotar metodologias mais participativas e dialógicas, como a argumentação. Nesse contexto, os professores podem se sentir pressionados a priorizar a transmissão de conteúdo, o que pode resultar em menos oportunidades para os alunos desenvolverem habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe. Analisando o motivo do tempo disponível para as aulas em relação ao currículo a ser cumprido pelos professores mencionado nos estudos de Sampson e Blanchard (2012) e Newton *et al.* (1999), no contexto brasileiro, podemos inferir

que é provável que os docentes brasileiros mencionassem o mesmo motivo se o estudo fosse realizado atualmente.

Outro motivo destacado foi a falta de recursos e/ou materiais instrucionais sobre argumentação disponíveis. Existem diversos estudos sobre argumentação na literatura, em que são abordados diferentes assuntos, sendo um deles focados nos professores. Esses podem ter diferentes perspectivas, por exemplo, as ações essenciais para promover argumentação em sala de aula, como os estudos mencionados no início desta seção. Outra perspectiva abordada pode ser sobre como os professores argumentam (Sampson; Blanchard, 2012) e ainda existem estudos direcionados à formação inicial ou continuada de professores em argumentação (Aydeniz; Ozdilek, 2016; Ibraim; Justi, 2016, 2017; Lourenço; Abib; Murillo, 2016; Martins *et al.*, 2022; McNeill; Knight, 2013; Simon; Erduran; Osborne, 2006; Yamamoto; Kamiyama, 2022; Zembal-Saul, 2009; Zohar, 2008). Os materiais instrucionais em argumentação derivam destes estudos, e, talvez a grande dificuldade dos professores seja encontrar tais recursos facilmente.

Acreditamos que existe uma falta de diálogo entre a academia e os professores da Educação Básica, porque há pouca ou nenhuma divulgação eficiente sobre os estudos realizados e recursos produzidos pelas universidades, mesmo quando pensamos na realidade dos mestrados profissionais. Dito isso, acreditamos que professores com formação recente ou ligados as universidades por meio de grupos de pesquisa, especializações ou cursos de pós-graduação podem possuir consciência destes materiais instrucionais, mas os professores formados há mais tempo sentem dificuldade de encontrá-los. Portanto, podemos inferir que o motivo da falta de materiais instrucionais poderia também ser mencionado por professores que não tenham vínculo com os pesquisadores das universidades em algum estudo atual. Apesar de reconhecermos que é essencial que haja a disponibilização desses materiais, talvez apenas o acesso a eles não seja suficiente para que os professores entendam e se apropriem da argumentação e todas suas características, principalmente pensando no uso da argumentação em sala de aula.

Por fim, o último motivo em comum mencionado foi a formação específica em argumentação. Muitos professores não receberam uma formação adequada sobre como incorporar a argumentação em suas práticas de ensino. A falta de preparo pode tornar essa abordagem mais desafiadora de ser implementada, pois os docentes podem se sentir inseguros sobre como conduzir as discussões argumentativas em sala de aula. Considerando que os programas de desenvolvimentos profissional em argumentação começaram a ser

implementados a partir dos anos 2000 e que esta implementação não foi realizada amplamente, não é razoável esperar que os professores sejam capazes de participar e entender a argumentação se eles nunca tiveram a chance de aprender sobre essa prática em sua formação. Sendo assim, podemos inferir que os professores que não tiveram a oportunidade de ter a formação específica em argumentação em sua graduação apontariam este motivo caso fosse feito um estudo atualmente.

Considerando o exposto, direcionamos a discussão para a formação de professores, uma vez que os outros motivos são estruturais. Sendo assim, na próxima seção iremos apresentar estudos conduzidos com professores em formação inicial ou continuada em argumentação e teceremos considerações sobre eles.

## **2.2 Ensino de Argumentação na Formação Inicial e Continuada de Professores**

O ensino pautado em argumentação na formação de professores pode ocorrer em duas dimensões: implícita e explícita (Ibraim; Justi, 2017). De acordo com as autoras, o ensino implícito de argumentação está relacionado ao modelo de instrução no qual o sujeito é inserido em um contexto que favorece a argumentação, por exemplo, situações investigativas e discussões sobre questões sociocientíficas. Nesse contexto, o professor não vivencia instruções diretas sobre o que é um argumento, sobre como participar da argumentação em sala de aula, sobre as estratégias favoráveis ao ensino de argumentação etc. O reconhecimento da importância da argumentação nas práticas de ensino deve emergir das experiências vivenciadas pelos professores, ou seja, o professor formador não fomenta reflexões sobre esta discussão em sala de aula.

Por outro lado, no ensino explícito de argumentação, os aspectos referentes à prática argumentativa são enfatizados pelo professor formador (Ibraim; Justi, 2017). De acordo com as autoras, nesta abordagem, são ressaltadas as contribuições dessa prática para a aprendizagem dos estudantes, as estratégias que podem favorecer a criação de ambientes argumentativos em sala de aula e os elementos que precisam estar presentes nos argumentos. Nesta perspectiva de ensino de argumentação, os professores em formação são envolvidos em ambientes que permitem a vivência da prática argumentativa e são conduzidos à reflexão sobre esta, de modo explícito.

Baseado na perspectiva implícita, Ozdem *et al.* (2013) investigaram argumentos produzidos por licenciandos durante uma atividade experimental em laboratório de Física. Os participantes foram engajados em seis tarefas de investigação e não receberam orientações

explícitas sobre como construir seus argumentos ou como se engajar em uma discussão científica. As investigações ocorreram em duas partes: experimentação e discussão crítica. Na parte da experimentação os licenciandos se envolveram em investigações autênticas, isto é, a partir de uma questão de investigação, eles formularam suas hipóteses, realizaram experimentos, coletaram dados e os analisaram para verificá-las. Além disso, os licenciandos compartilharam suas conclusões com todos e, após discussão, foi oportunizado a revisão das hipóteses apresentadas e formulação de um relatório. Na parte da discussão crítica, cada grupo de licenciandos apresentou seus resultados e os demais fizeram questões ou comentários sobre os experimentos ou sobre os resultados.

Como resultados, os autores observaram que os professores em formação tiveram oportunidade de participar de atividades de pesquisa em laboratório, ampliando sua experiência nesse contexto. Além disso, eles desenvolveram consciência em relação à avaliação de argumentos com base em evidências, reconhecendo a importância da argumentação no processo de aprendizagem. Os docentes demonstraram também interesse em incorporar a argumentação em sua prática futura e refletiram sobre a adaptação das estratégias utilizadas em suas futuras salas de aula. Com base nesta pesquisa, inferimos que ao inserir os alunos em contextos de investigação científica, é possível promover uma aprendizagem mais efetiva sobre a prática científica, uma vez que os alunos se envolvem diretamente e refletem sobre ela.

Outra pesquisa baseada na perspectiva implícita é o trabalho de Vieira *et al.* (2014). Neste trabalho, os autores tinham como objetivo analisar e caracterizar a produção discursiva de dois júris simulados desenvolvidos em uma disciplina de um curso de formação inicial de professores de física. Nesta disciplina, o professor formador utilizou júris simulados como recursos didáticos para o ensino e o aprendizado de conhecimentos pedagógicos e para o desenvolvimento de habilidades argumentativas dos estudantes. Os júris simulados promoviam discussões sobre a questão sociocientífica de “gato”, ou seja, sobre ligações elétricas irregulares comumente presentes em residências brasileiras e em estabelecimentos comerciais. Estes júris tiveram grupos a favor e contra que se alternaram de modo que os licenciandos tiveram a oportunidade de defender e atacar os dois lados do debate. As discussões evoluíram com pequenas intervenções do professor formador, que atuou como mediador e organizou a distribuição dos turnos de fala.

Em suas considerações sobre a investigação, os autores salientam os seguintes pontos: (i) o grande engajamento dos estudantes e a alternância de papéis enunciativos no júri sobre o “gato” refletiram uma produção discursiva de qualidade, com implicações positivas para o seu

aprendizado e para a compreensão das contradições desenvolvidas ao longo do júri; (ii) argumentar contra a própria opinião em um júri simulado gera evidências e justificativas consistentes; (iii) a permuta de papéis nestas atividades pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades argumentativas de professores e futuros professores em situações de ensino e aprendizado de ciências; (iv) as atividades de júris simulados permitem a abordagem de contraposições e refutações de forma explícita e estruturada; e, (v) os júris simulados são atividades que favorecem a argumentação em salas de aula, ou seja, são recursos didáticos para promover argumentações e desenvolver habilidades argumentativas dos estudantes.

Com base nas considerações dos autores, podemos inferir que os professores de física em formação conseguiram compreender os movimentos dialógicos presentes em um júri simulado e desenvolverem em algum grau suas habilidades argumentativas ao se submeterem a troca de posicionamento durante a atividade. No entanto, apesar dos resultados positivos apresentados pelos estudos (Ozdem *et al.*, 2013; Vieira; Melo; Bernardo, 2014), é importante ressaltar que pouco se sabe sobre como esses futuros professores irão abordar atividades argumentativas em suas salas de aula, visto que esse assunto não foi discutido em nenhum destes trabalhos. Os conhecimentos sobre argumentação e as habilidades argumentativas estão em instâncias bem diferentes, o primeiro está relacionado ao conhecimento de conteúdo e o segundo ao conhecimento prático (Ibraim; Justi, 2017, 2022). Ao considerarmos a formação de professores, é essencial que pensemos em quais conhecimentos são necessários para ajudá-los na inserção e promoção da argumentação em sala de aula, principalmente, considerando todas as razões para a não inclusão desta abordagem sinalizadas na seção anterior.

Wess *et al.* (2023) produziram uma revisão sistemática sobre programas de desenvolvimento profissional em argumentação e destacaram algumas conclusões sobre os estudos relacionados neste âmbito. Os autores enfatizam que o desenvolvimento profissional não deve focar apenas na transferência de conhecimento sobre argumentação, mas também levar em consideração elementos que contribuem para a aprendizagem ativa, como atividades em grupo, vivências práticas e sessões de reflexão. Em geral, a abordagem implícita de argumentação na formação de professores foca no desenvolvimento da argumentação dos licenciandos, o que fragiliza os seus conhecimentos para atuar em sala de aula. Os elementos destacados por Wess *et al.* (2023) são usualmente trabalhados nos estudos na dimensão explícita de ensino de argumentação na formação de professores.

Uma pesquisa clássica nesta dimensão é a apresentada por Simon *et al.* (2006). Esta pesquisa tinha como objetivo examinar maneiras pelas quais os professores podem se apropriar

do discurso da argumentação durante um programa de desenvolvimento profissional e quais são os impactos na natureza das interações dos professores em sala de aula após esta apropriação. A investigação ocorreu no contexto de um programa de desenvolvimento profissional constituído por 12 professores em exercício, os quais tinham experiências de ensino variadas e ministravam aulas para alunos da 8ª série do ensino fundamental. Estes professores participaram de seis *workshops* de meio-dia durante um ano, nos quais foram discutidas atividades de argumentação em contextos científicos e sociocientíficos.

Segundo os autores, durante este ano, os professores participaram de *workshops* nos quais discutiram as características de uma atividade sociocientífica (referente a construção de um zoológico) e como trabalhá-la em sala de aula a partir de estratégias (por exemplo, discussão em grupos, exposição de ideias, fomento da discussão a partir de ideias a favor e contra a construção do zoológico etc.). Além disso, para apoiar os professores no uso da argumentação, os pesquisadores concentraram-se na discussão sobre o uso de perguntas apropriadas para promover a argumentação e exemplos de frases para apoiar o processo de escrita dos alunos no processo de desenvolvimento de atividades de argumentação. Os professores foram, ainda, introduzidos à ferramenta analítica Padrão de Argumento de Toulmin (TAP) (Toulmin, 1958), para que pudessem compreender os elementos que estão envolvidos na construção de argumentos. Por fim, durante as reuniões do programa, os docentes relataram as atividades desenvolvidas no ensino básico para todos os participantes, oportunizando a troca de experiências.

Em relação ao trabalho desenvolvido com os professores, Simon *et al.* (2006) trazem algumas considerações. Em primeiro lugar, os *workshops* contribuíram para a mudança na prática de dois terços dos participantes. Inicialmente, muitos professores expressaram ansiedade e receios referente às discussões envolvendo teorias alternativas, uma vez que acreditavam que esse tipo de discussão poderia reforçar as concepções alternativas dos alunos. Entretanto, ao final, os professores reconheceram que as discussões oportunizavam a reflexão, a discussão e a argumentação sobre a validade da evidência como suporte de uma explicação teórica.

Em segundo lugar, a análise da argumentação dos professores usando TAP apontou uma evolução, em termos de complexidade. Além disso, os professores mantiveram um padrão similar de argumentação ao longo do ano, mas diferente entre eles. Os autores destacam que é possível que os professores que obtiveram melhores resultados tivessem maior conhecimento e compreensão da natureza e finalidade do programa, o que os tornou mais receptivos ao ensino

da argumentação e apropriação de seus objetivos e intenções. O que sugere que a compreensão existente dos professores sobre a importância da argumentação no ensino de ciências e em seus objetivos implícitos de ensinar ciências impactam seu desenvolvimento de conhecimento e prática. Por fim, a análise das contribuições orais dos professores para a argumentação mostrou que, a curto prazo, suas abordagens iniciais não foram alteradas, mas aperfeiçoadas no programa. Ou seja, alguns deles que demonstravam boas práticas para o ensino de argumentação (por exemplo, encorajar os alunos a ouvir e falar durante a aula) tiveram suas práticas melhoradas como resultado do programa.

Em suma, a partir dos resultados apresentados por Simon *et al.* (2006), apontamos que o programa de desenvolvimento profissional favoreceu que grande parte dos participantes melhorassem seus argumentos, uma vez que o programa oportunizou o entendimento da estrutura de um argumento. Além de ter impactado suas práticas em sala de aula pelo reconhecimento da importância da argumentação no ensino durante a educação básica. Estes resultados nos mostram a importância de inserir a argumentação de forma explícita no ensino superior, uma vez que reconhecendo os benefícios desta prática, os professores podem se sentir mais preparados para trabalhar nesta perspectiva.

Com o mesmo ponto de vista de Simon *et al.* (2006), Zembal-Saul (2009) também parte do princípio de que os professores precisam entender a proposta de ensinar por argumentação para que possam assumir um papel frente a ela em sala de aula. Considerando esta ideia, Zembal-Saul (2009) se baseou em uma abordagem explícita para ensinar argumentação na formação inicial de professores de ciências do ensino fundamental. O objetivo de sua pesquisa era investigar como o conhecimento e as práticas dos professores em formação para o ensino de ciências como argumento se desenvolvem no contexto de um curso de métodos de ciências e de um programa de formação de professores que enfatiza essa estrutura.

Os sujeitos participavam de um programa de formação inicial de professores. Este programa foi estruturado em quatro momentos:

- I. Investigação sobre si mesmo como aprendiz de ciências: o curso ensinava uma grande quantidade de conteúdos por meio de aulas na perspectiva investigativa e, em seguida, descompactava esta experiência do ponto de vista do professor. Desta forma, os professores em formação inicial refletiam e comparavam suas experiências como alunos no ensino básico com suas experiências como professores em formação.

- II. Investigação sobre as ideias e o pensamento dos alunos na ciência: os professores em formação inicial buscavam na literatura concepções alternativas relacionadas aos conteúdos que seriam ensinados na educação básica e realizavam entrevistas com os alunos para descobrir suas concepções sobre os tópicos que eles iriam ensinar. As concepções dos alunos eram analisadas pelos professores em formação em termos de padrões de suas respostas e implicações para a instrução.
- III. Investigação sobre o ensino de ciências em sala de aula: os professores em formação inicial assistiam, em vídeo, episódios de ensino que retratavam aspectos específicos do ensino por argumentação (por exemplo, construção de argumentos a partir de evidências em uma discussão de um grupo de alunos). Além disso, o professor que conduzia a aula exibida no vídeo descrevia as justificativas para as suas ações em sala de aula, possibilitando que os licenciandos conhecessem e refletissem sobre elas.
- IV. Investigação sobre o ensino e aprendizagem de ciências: os professores em formação inicial prepararam, executaram e analisaram três aulas baseadas em argumentação sobre algum conceito científico. Por último, após aplicarem as atividades planejadas, os licenciandos refletiam em grupos sobre os episódios de suas aulas. Essa reflexão favoreceu a identificação de problemas utilizados em sua prática.

Zemal-Saul (2009) traz os resultados de um estudo conduzido por ela dois anos antes com um grupo de professores em formação inicial que vivenciou o programa de formação descrito acima. Os resultados indicam que os professores de formação inicial: reconheceram o papel do professor como facilitador do pensamento e do entendimento dos alunos; modificaram suas concepções sobre a investigação no ensino, percebendo-a como importante; passaram a enfatizar a necessidade de que os alunos coletassem e analisassem os dados e construíssem explicações a partir de evidências; passaram a dar mais importância para as discussões em sala de aula; e começaram a conectar as estratégias do programa com implicações apropriadas em sala de aula. Diante dos resultados apresentados pela autora, podemos inferir que o programa de formação de professores envolvendo argumentação contribuiu para que os participantes aprendessem sobre a prática científica e sobre como abordá-la em sala de aula. Apesar dos resultados indicarem que os professores em formação aprenderam sobre como usar a abordagem argumentativa em sala de aula, a autora não afirmou que eles teriam sucesso no uso em ambiente escolar.

Pensando em exemplos de pesquisa que trazem resultados sobre como os programas focados em argumentação para professores (seja em formação inicial ou continuada) impactam a prática de ensino baseado em argumentação em sala de aula ou em situações simuladas, temos os trabalhos de McNeill e Knigth (2013), Ibraim e Justi (2016) e Aydeniz e Ozdilek (2016).

McNeill e Knigth (2013) investigaram o impacto de um programa de formação continuada direcionado ao ensino sobre argumentação para professores do ensino fundamental e médio. O estudo ocorreu no contexto de um programa composto por três séries de oficinas de desenvolvimento profissional com foco na argumentação científica. As oficinas de desenvolvimento profissional foram projetadas para incluir quatro características: (i) analisar registros preexistentes da prática argumentativa em sala de aula; (ii) apoiar os professores na elaboração de aulas de argumentação; (iii) fazer com que os professores selecionem e compartilhem registros de sua prática em sala de aula; e, (iv) apoiar a reflexão do professor para aulas futuras.

As três séries de oficinas de desenvolvimento profissional consistiram em três sessões e incluíram entre 20 e 25 participantes a cada série. A primeira sessão se concentrou na importância da argumentação científica, foi apresentado aos participantes a afirmativa, evidência e estrutura de raciocínio. Os professores participantes analisaram gravações de vídeo e escrita de alunos, o que possibilitou a eles a oportunidade de discutir sobre as dificuldades dos alunos relacionadas à argumentação. Tendo em vista as discussões anteriores, os professores, em grupo, planejaram uma atividade para introduzir argumentação em suas salas de aula.

Durante a segunda sessão da oficina, os professores compartilharam vivências acerca do trabalho com argumentação em suas salas de aula e debateram os obstáculos e êxitos encontrados. Adicionalmente, os facilitadores da oficina introduziram uma variedade de métodos de ensino para apoiar os estudantes na prática da argumentação. Em seguida, os professores elaboraram um plano de aula que incorporava uma das estratégias de ensino apresentadas, visando promover a argumentação em sala de aula. Por fim, durante a última sessão, os professores analisaram as transcrições de dois momentos relacionados à argumentação em sala de aula. Eles também aprenderam a planejar aulas que avaliassem a argumentação dos alunos e técnicas para fornecer *feedback* sobre a qualidade de seus argumentos. Além disso, mais uma vez, compartilharam suas experiências com o ensino envolvendo argumentação.

No que diz respeito à investigação, as autoras fazem algumas considerações. Primeiramente, embora os docentes tivessem demonstrado um sólido domínio das evidências e aprimorado a compreensão das afirmativas e justificativas, eles ainda enfrentavam desafios ao tentar aplicar esses conhecimentos em ambiente escolar. Em segundo lugar, McNeill e Knight (2013) apontam que, ao analisarem as trocas de ideias em sala de aula, os professores apresentaram uma compreensão limitada da argumentação, tanto no que diz respeito aos elementos estruturais do argumento, quanto às interações dialógicas. Por fim, elas destacam que, embora os docentes reconhecessem a importância de promover a argumentação em sala de aula, eles encontraram dificuldades ao formular questões que estimulassem a argumentação dos estudantes. Os resultados apresentados pelas autoras indicam que mesmo que os professores participem de um programa em que são discutidos aspectos sobre a argumentação e seu uso em sala de aula, não é certo que eles terão sucesso na aplicação e condução de aulas baseadas em argumentação no ambiente escolar.

Da mesma forma que McNeill e Knight (2013), Ibraim e Justi (2016) apresentam alguns resultados em seu trabalho. Neste estudo, as autoras investigam até que ponto um contexto de ensino explícito da argumentação contribui para o desenvolvimento dos conhecimentos necessários para que futuros professores ensinem ciências a partir de uma abordagem argumentativa. O programa de formação inicial de professores investigado corresponde a uma disciplina ministrada para licenciandos em química em seu último período de um curso de graduação.

Esta disciplina envolveu a discussão dos tópicos: argumentação, atividades investigativas e experimentação no Ensino de Química. O ensino do primeiro tópico seguiu uma metodologia baseada em proporcionar aos alunos experiências de argumentação, seguida de discussões sobre aspectos da argumentação que se desdobraram nessas experiências. A formadora de professores envolveu os alunos em atividades práticas que abordavam elementos ou aspectos relacionados à argumentação (por exemplo, o significado da evidência e seu papel na construção de argumentos, características centrais de materiais instrucionais que podem estimular a argumentação em sala de aula etc.) e, em seguida, pediu que lessem textos relacionados aos aspectos anteriores e incentivou discussões em sala de aula sobre os textos, sobre as experiências com as atividades e sobre suas próprias ações como facilitadora na discussão das atividades. Além disso, o ensino deste tópico envolveu os licenciandos planejando e apresentando uma aula simulada de 50 minutos envolvendo explicitamente argumentação.

Para o ensino dos dois outros tópicos (atividades investigativas e experimentação no ensino de química) a formadora forneceu aos licenciandos textos e atividades sobre o tema e promoveu uma discussão em sala de aula sobre eles. Como atividade de encerramento e avaliação final, os licenciandos prepararam e simularam para os demais colegas aulas envolvendo os três temas abordados na disciplina. Embora o tópico argumentação constituísse um dos conteúdos da disciplina, as autoras enfatizam que discussões envolvendo argumentação permearam as discussões dos demais tópicos, pois a professora formadora buscou discutir como um ambiente argumentativo poderia ser criado ou favorecido a partir das estratégias de ensino investigativas e por meio da experimentação.

No que diz respeito aos resultados, as autoras destacam que os licenciandos demonstraram compreender o conceito e o papel da evidência na construção de conclusões, não tiveram dificuldades para compreender o significado da justificativa e utilizá-la ao participar das atividades ministradas pela formadora, demonstraram conhecimento conceitual de habilidades para propor teorias alternativas e contra-argumentação ao formular perguntas sobre os materiais produzidos para as aulas simuladas e demonstraram conhecimento conceitual sobre a formulação de questões nos materiais que prepararam para as aulas simuladas que estimularam a manifestação de refutação. Em relação às habilidades necessárias para conduzir situações argumentativas, as autoras observaram que os professores em formação apresentaram maior dificuldade em conduzir situações argumentativas em um contexto científico do que em relação ao contexto sociocientífico. Ibraim e Justi (2016) destacam que este estudo contribuiu significativamente para a aprendizagem conceitual dos elementos da argumentação, mas teve menos impacto no desenvolvimento do conhecimento sobre esses elementos em situações de ensino.

O trabalho de Aydeniz e Ozdilek (2016) segue na mesma linha que os dois últimos mencionados. Os autores tinham como objetivo explorar o impacto de uma intervenção na autoeficácia<sup>1</sup> de professores de ciências em formação para ensinar ciências por meio da argumentação e explorar os desafios que eles experimentaram ao implementar a argumentação. O estudo foi conduzido com 40 professores de ciências em formação inicial. A intervenção dos autores consistiu em (1) discutir com os participantes da importância da argumentação na ciência e no ensino de ciências, (2) fornecer experiências de domínio, nos quais eles se engajaram na construção, avaliação e crítica de argumentos, (3) modelar aulas de argumentação,

---

<sup>1</sup> A autoeficácia é definida como a crença na própria capacidade de realizar com sucesso uma tarefa sob condições específicas (Bandura, 1997 apud Aydeniz; Ozdilek, 2016).

(4) apoiá-los no desenvolvimento e implementação de aulas de argumentação, e (5) envolvê-los na avaliação de pares do ensino e na reflexão sobre a prática.

Em relação aos resultados, os autores destacam que os professores em formação inicial desenvolveram uma compreensão mais informada da argumentação como uma estratégia de ensino, tanto de uma perspectiva teórica quanto prática. Em segundo lugar, houve um aumento significativo na autoeficácia dos professores de ciências em formação para ensinar ciências por meio da argumentação. Além disso, os participantes relataram vários desafios que experimentaram ao implementar a argumentação, como, não ser capaz de orientar efetivamente os alunos a usar evidências confiáveis suficientes para justificar suas reivindicações, orientá-los a formar refutações, formar e facilitar a aprendizagem baseada em grupo no contexto da argumentação e avaliar os argumentos dos alunos. Os autores destacam que para que os professores avancem com sucesso na progressão de aprender a ensinar ciências por meio da argumentação, eles precisam desenvolver uma compreensão mais sofisticada da argumentação como uma prática científica e o conhecimento pedagógico necessário para ensinar ciência por meio da argumentação. Assim, temos uma questão: como ajudar os professores durante a participação em programas de formação a aprenderem a ensinar ciências por meio da argumentação? Ou seja, como contribuir para que os resultados ou os programas de formação tenham alguma repercussão sobre a prática desses professores?

Simon *et al.* (2006) sugerem a partir dos dados oriundos de seu trabalho que o foco do desenvolvimento profissional deve estar na compreensão existente dos professores sobre a importância da evidência e do argumento na ciência, e em seus objetivos implícitos de ensinar e aprender ciências. Apesar de considerarmos esses elementos essenciais no desenvolvimento dos conhecimentos sobre argumentação, acreditamos que apenas considerá-los suficientes não é o caminho.

Um trabalho atual que aborda essa perspectiva é de André e colaboradoras (2023), as autoras investigaram um grupo de licenciandas participantes do programa Residência Pedagógica. Neste estudo, o grupo de licenciandas passaram por uma formação relacionada a argumentação e em um momento do programa propuseram e aplicaram uma sequência didática para ensinar reações químicas por meio da experimentação e argumentação em um contexto de ensino remoto. Em seus resultados, as autoras destacam que o planejamento das licenciandas apresentava grande potencial para a criação e desenvolvimento de situações argumentativas, mas ao ser colocado em prática houve uma limitação na argumentação desenvolvida em sala de

aula, ou seja, as licenciandas apresentaram dificuldades na criação e condução das situações argumentativas (André; Santos; Ibraim, 2023).

Em suas conclusões finais, André e colaboradoras (2023) destacam que apenas o incentivo para a produção de planos de aulas envolvendo argumentação ou para a análise dos planejamentos como estratégia para avaliar os conhecimentos relativos à argumentação de licenciandos no contexto de cursos de formação é uma limitação. Isto porque, de acordo com as autoras, os resultados podem gerar falsos positivos em termos das expectativas da inserção da argumentação em sala de aula. O resultado desse estudo reforça o nosso entendimento que apenas o conhecimento sobre argumento e argumentação, não é suficiente para termos professores capacitados a usar a abordagem da argumentação em suas aulas.

Dessa forma, considerando essa discussão e os diversos resultados apresentados pelos diferentes autores citados, podemos inferir que os professores precisam de oportunidades para praticar a mobilização dos conhecimentos conceituais de argumentação em situações reais de ensino e tempo para refletir sobre essas experiências. Portanto, experiências reais de ensino e reflexões sobre essas experiências são fatores essenciais para que os professores compreendam como mobilizar esse conhecimento em outros momentos de sua prática docente.

Em relação às reflexões, Lourenço *et al.* (2016) destacam que as reflexões críticas na e sobre a prática argumentativa contribui para os saberes dos professores serem constituídos e modificados. Dando embasamento a estes movimentos reflexivos, elementos teórico-práticos oriundos da formação em argumentação fundamentam os processos de aprendizagem da docência numa perspectiva de desenvolvimento de um ambiente argumentativo (Lourenço; Abib; Murillo, 2016). Martins *et al.* (2022) destacam que a falta ou um número reduzido de momentos reflexivos explícitos e individuais sobre os conhecimentos conceituais relacionados à argumentação durante a formação docente, possivelmente, influencia na não mobilização de outros conhecimentos e o estabelecimento de relações mais aprofundadas e conscientes que fornecem suporte à prática docente que apoia a argumentação em sala de aula.

A partir destes apontamentos entendemos que a reflexão sobre a prática argumentativa em sala de aula pelos professores é essencial para o desenvolvimento de seus conhecimentos sobre a argumentação e sobre como fomentar a argumentação em situações de ensino. Uma vez que a reflexão crítica sobre a própria prática e os conhecimentos possibilitam que analisemos quais movimentos, ações e falas foram bem-sucedidas ou não em relação aos objetivos de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a prática e o entendimento do professor sobre a

abordagem argumentativa no ensino poderiam sofrer alterações, impactando diretamente na forma como ele leva a argumentação para a sala de aula. Esse movimento de reflexão sobre a ação em sala de aula está diretamente ligado ao conhecimento pedagógico de conteúdo do professor.

Diante disso, na próxima seção, resgatamos da literatura da área, a definição de conhecimento pedagógico de conteúdo e sua mudança ao longo do tempo e quais seriam os conhecimentos necessários ao professor para que ele possa promulgar de forma efetiva a argumentação em sala de aula.

### **2.3 PCK, PCK de Argumentação e Conhecimento para Ação Docente Envolvendo a Argumentação para o Ensino de Ciências**

O conceito de Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC) ou *Pedagogical Content Knowledge* (PCK<sup>2</sup>) foi introduzido por Shulman em um contexto social e político caracterizado por discussões e debates intensos sobre educação, abrangendo teoria, prática, política e responsabilidade moral (Shulman, 2015). Segundo o autor, o PCK emergiu como uma resposta a perspectivas dominantes que concebiam o ensino como um processo unicamente dependente de conteúdo e os professores como atores competentes, mas desprovidos de consciência, emoções e trajetórias profissionais. Shulman destaca que o PCK é um atributo que os professores cultivam, não algo que se encontra simplesmente entre especialistas na matéria ou entre aqueles que são "bons com crianças". Em essência, essa concepção era uma afirmação de natureza política sobre a singularidade dos professores e a maneira como deveriam ser percebidos e valorizados (Shulman, 2015).

Tradicionalmente, o PCK representa a mistura de conteúdo e pedagogia em uma compreensão de quão particular tópicos, problemas ou questões são organizados, representados e adaptados aos diversos interesses e habilidades dos alunos e apresentados para instrução (Shulman, 1987). Em termos gerais, inicialmente, Shulman sugeriu que o PCK era composto por: conhecimento das formas de representação do conteúdo; conhecimento das dificuldades de aprendizagem dos alunos; conhecimento pedagógico geral, conhecimento dos alunos e suas características, conhecimento dos contextos educacionais e conhecimento dos fins educacionais (Shulman, 1987).

---

<sup>2</sup> Optamos por utilizar as siglas em inglês do termo *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) devido à ampla utilização na literatura nacional, ao invés de siglas que remetam aos termos em português.

Diversos estudos relacionados ao PCK foram desenvolvidos ao longo do tempo (Fernandez, 2015; Ibraim; Justi, 2019), e em 2012, 22 pesquisadores se reuniram em um evento, o PCK *Summit*, para discutir o significado e o uso desse construto em seus estudos. O PCK *Summit* teve como ponto de partida a participação de Lee Shulman, que apresentou sua visão sobre o nascimento e desenvolvimento do constructo. Além disso, Shulman (2015) apontou quatro limitações à sua ideia inicial de PCK: (i) o PCK foi sugerido sem considerar aspectos não cognitivos como emoção, afeto, sentimentos e motivação; (ii) o conhecimento dos professores foi considerado quase exclusivamente no nível intelectual, não levando em consideração as competências deles durante a prática em sala de aula; (iii) os aspectos relacionados aos contextos sociais e culturais não foram considerados no PCK; e, (iv) o PCK não abrangia aspectos relacionados aos resultados dos alunos; em outras palavras, não enfatizava os resultados ou produtos da instrução.

Tendo em vista as limitações apresentadas por Shulman, as discussões do evento sobre as diferentes interpretações sobre PCK e as possibilidades de utilização de diferentes modelos de PCK para investigar o conhecimento dos professores, um grupo de pesquisadores reuniu essas ideias em um único modelo, que retrata as conexões entre o conhecimento docente, a prática dentro da sala de aula e os resultados dos alunos. Apesar deste modelo resultar de um consenso entre alguns investigadores envolvidos no PCK *Summit*, coube a Julie Gess-Newsome refinar e expandir as ideias que começaram a ser construídas durante o evento. Portanto, Gess-Newsome (2015) apresenta o modelo *Teacher Professional Knowledge and Skill* (TPK&S), também denominado Modelo de Consenso do PCK em seu trabalho.

De acordo com a autora, o modelo TPK&S baseia-se nas bases de conhecimento profissional dos professores (Teachers' Professional Knowledge Bases - TPKB), que influenciam e são influenciados pelo conhecimento profissional específico do tópico (Topic Specific Professional Knowledge - TSPK). Além disso, de acordo com este modelo, o PCK pode ser definido como o conhecimento base utilizado por um professor tanto no planejamento de ensino de um tópico específico em um determinado contexto de ensino e para o ensino que envolve tal instrução e condições (Gess-Newsome, 2015). Gess-Newsome (2015) apresenta elementos importantes presentes no modelo TPK&S, como:

- As bases de conhecimento profissional docente incluem conhecimentos de avaliação, pedagogia, conteúdo, alunos e currículo, mas outras categorias de

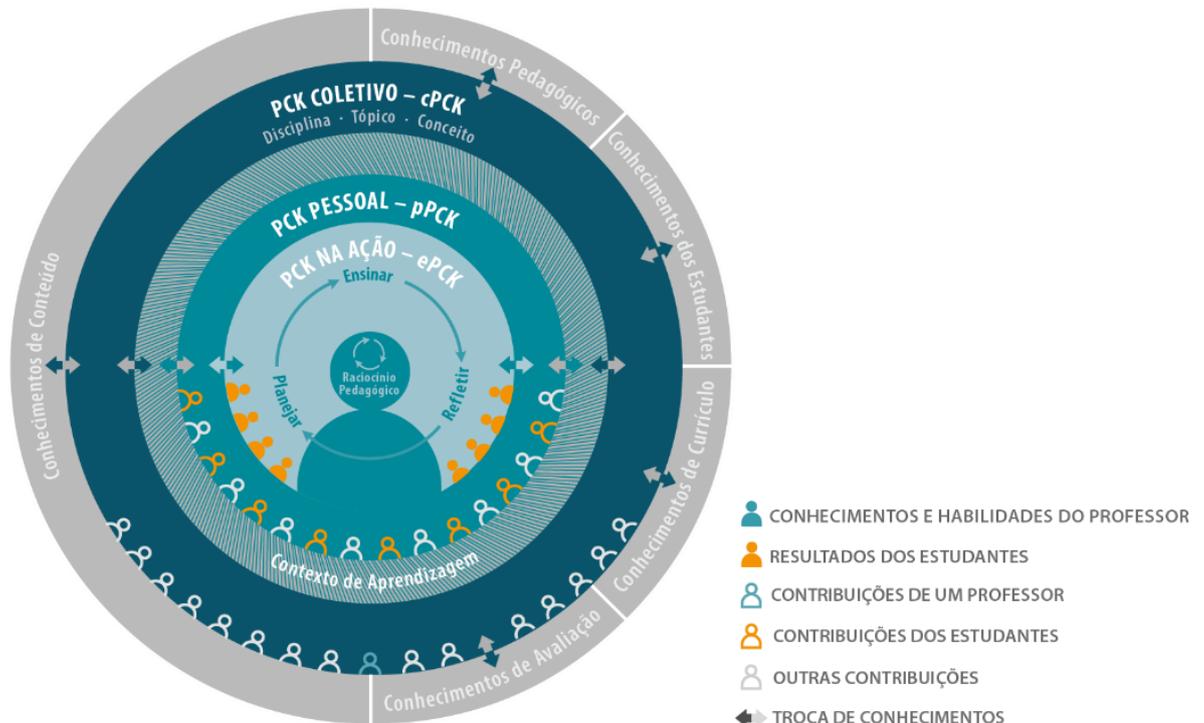
conhecimento podem ser incluídas. Este é um corpo formal de conhecimento geral determinado e codificado por pesquisadores ou especialistas.

- O conhecimento profissional específico de tópico inclui a escolha de estratégias instrucionais eficazes; a seleção de múltiplas representações; a organização do conteúdo para usar exemplos específicos com o objetivo de destacar e construir ideias abrangentes; a compreensão do conhecimento ou dos equívocos recebidos dos alunos; e saber como integrar práticas científicas e de engenharia, conceitos transversais e a natureza da ciência dentro de um tópico.
- Os amplificadores e filtros de professores representam a autonomia dos docentes no processo de ensino, porque estão relacionadas às suas crenças que afetam suas escolhas para o ensino. Baseado nas suas crenças, nas suas opiniões sobre os objetivos sociais da educação, nas suas preferências por determinadas estratégias de ensino ou formas de organizar a disciplina, os professores trabalham de forma a contribuir para aprendizagem dos alunos sobre novos conceitos e sua aplicação de diferentes maneiras na aula. Assim, esta categoria ajuda a explicar o fato de que a formação dos professores pode não ter um impacto direto na sua prática em sala de aula.
- A prática em sala de aula inclui o PCK pessoal e o PCK&S. O PCK pessoal representa o conhecimento de um professor envolvido no planejamento do ensino de um tema específico, em uma determinada forma, visando apoiar a aprendizagem de determinados alunos. Este PCK pessoal está relacionado à reflexão sobre a ação e é explícito; ou seja, pode ser avaliado. Por outro lado, PCK&S refere-se ao ato de ensinar um determinado tema, de uma forma particular, para alunos específicos, visando o ensino de aspectos previamente definidos. Este conhecimento diz respeito reflexão-na-ação e, por vezes, de natureza tácita, o que torna a sua investigação mais difícil.
- Os amplificadores e filtros dos alunos enfatizam o papel ativo dos alunos e como isso afeta o processo, porque os alunos podem decidir se querem ou não participar do processo de aprendizagem. Vários fatores podem representar amplificadores e filtros, por exemplo aspectos socioeconômicos, a expectativa da comunidade e comportamento e motivação dos alunos. Em geral, esta categoria auxilia na compreensão dos motivos pelos quais a relação entre a instrução e a aprendizagem dos alunos pode não ocorrer de forma direta.

- Os resultados dos alunos representam uma categoria importante, porque podem resultar em grandes oportunidades de aprendizagem para o professor. Consequentemente, a direção da atenção dos professores ao conhecimento dos alunos e os resultados obtidos por eles no processo podem contribuir para o desenvolvimento do TSPK dos professores, bem como de seus amplificadores e filtros. Da mesma forma, os resultados dos alunos têm o potencial de modificar os amplificadores e filtros dos alunos, aumentando ou diminuindo a motivação deles e outros comportamentos de aprendizagem.

Em 2016, parte do grupo de pesquisadores que participou do PCK *Summit* e outros pesquisadores convidados reuniram-se para novas discussões sobre a compreensão do Modelo Consensual de PCK, porque perceberam que, nos anos seguintes ao primeiro encontro, continuaram a interpretar e a trabalhar com o modelo de maneiras muito diferentes (Carlson; Daehler, 2019). O resultado deste encontro foi a proposição do Modelo Consensual Refinado (RCM) de PCK (Figura 1) em 2017. Um dos objetivos era fornecer aos pesquisadores um meio de situar os estudos sobre a aprendizagem científica dos alunos em relação ao PCK, concentrando-se nos professores e nas salas de aula. Outro objetivo era fornecer aos formadores de professores de ciências um meio para situar teorias e as pesquisas sobre o desenvolvimento de PCK dos professores (Carlson; Daehler, 2019).

**Figura 1:** Representação do Modelo Consensual Refinado de PCK



Fonte: Traduzido de Carlson e Daehler, 2019, p. 83.

De acordo com Carlson e Daehler (2019), o RCM de PCK descreve as camadas complexas de conhecimento e experiências que moldam e informam a prática científica dos professores ao longo da sua jornada profissional e, por sua vez, medeiam os resultados dos alunos. Esse modelo é composto por círculos concêntricos que se relacionam entre si, o círculo mais interno é o do ePCK, que corresponde ao PCK em ação do professor. Durante o ensino de ciências – seja no planejamento, na execução ou na reflexão sobre a prática e o desempenho dos alunos – o professor mobiliza esse conhecimento específico, adaptando-o ao contexto da sala de aula e às necessidades dos estudantes (Carlson; Daehler, 2019). De acordo com os autores, o ePCK reflete a interação entre a compreensão do docente sobre o conteúdo e suas habilidades didáticas, sendo evidenciado na escolha de estratégias, representações e decisões instrucionais.

Uma característica central do ePCK é a adaptação do conhecimento pedagógico para atender demandas particulares dos alunos (Carlson; Daehler, 2019). Para isso, o professor deve planejar, ensinar e refletir continuamente. Como o ensino ocorre em contextos sempre distintos,

o ePCK precisa ser constantemente reconstruído para cada episódio de instrução. O ePCK se manifesta em três momentos: no planejamento (ePCKp), na execução da aula (ePCKt) e na reflexão pós-aula (ePCKr) (Alonzo; Berry; Nilsson, 2019). Muitas dessas decisões ocorrem intuitivamente, sem que o professor explicita seu raciocínio. No entanto, essas ações são influenciadas pelo PCK pessoal (pPCK) e constituem a base do conhecimento prático docente.

O pPCK representa o conhecimento pedagógico acumulado por um professor ao longo de sua trajetória, abrangendo suas experiências de ensino e aprendizagem, bem como influências externas, como interações com colegas, pesquisas acadêmicas, formações e contribuições dos próprios alunos (Carlson; Daehler, 2019). Esse conhecimento serve como um repertório que pode ser mobilizado na prática pedagógica. Assim, quando o professor aplica parte desse conhecimento a uma situação específica de ensino, ele se torna ePCK, ou seja, um subconjunto do pPCK. Como um docente não pode utilizar simultaneamente toda a sua bagagem de saberes e estratégias pedagógicas, ele seleciona, com base em seu julgamento, os elementos mais adequados para um contexto e grupo de alunos específicos.

O modelo RCM propõe que a relação entre pPCK e ePCK seja bidirecional: enquanto o pPCK orienta as ações pedagógicas, as experiências vivenciadas em sala de aula retroalimentam e aprimoram esse conhecimento acumulado. Assim, o pPCK se desenvolve continuamente por meio da formação, prática docente e trocas profissionais, tornando-se um conjunto de saberes únicos para cada professor (Carlson; Daehler, 2019). Alonzo e colaboradores (2019) discutem a relação entre pPCK e ePCK, destacando que a incorporação do ePCK ao pPCK pode ocorrer de maneira intencional ou inconsciente. No primeiro caso, a reflexão sobre um episódio de ensino transforma a experiência em conhecimento explícito, permitindo sua aplicação consciente no planejamento e na prática. Por outro lado, no segundo caso, o aprendizado se dá de forma subconsciente, contribuindo para um repertório tácito que influencia a tomada de decisões futuras sem que o professor perceba essa assimilação. Esse processo de conversão ocorre não apenas na reflexão e no planejamento, mas também durante o próprio ato de ensinar.

No modelo RCM, o contexto de aprendizagem é ilustrado como um círculo intermediário entre o conhecimento e a prática do professor em nível pessoal e o PCK coletivo mais amplo, que incorpora conhecimentos compartilhados entre educadores. Esse círculo contextualiza simbolicamente o ensino e a aprendizagem de ciências, destacando como fatores externos podem amplificar ou filtrar o conhecimento e as habilidades do professor, além de mediar suas ações pedagógicas (Carlson; Daehler, 2019). Assim, compreender profundamente

o contexto em que ensinam é essencial para que os professores ajustem sua prática de acordo com as realidades de seus alunos.

A aprendizagem de ciências sempre ocorre dentro de um contexto, definido por múltiplos fatores, como políticas educacionais nacionais, diretrizes ministeriais e padrões curriculares, além do ambiente específico de aprendizagem, como a escola e a sala de aula (Carlson; Daehler, 2019). Além disso, o contexto de aprendizagem também é influenciado pelas interações entre professores e alunos, materiais didáticos utilizados e normas sociais estabelecidas dentro do grupo de estudantes. De acordo com os autores, dentre os diversos aspectos do contexto de aprendizagem, os atributos dos alunos são considerados os mais relevantes para a construção do PCK do professor. Fatores como idade, nível escolar, bagagem cultural e prontidão para o aprendizado moldam as decisões pedagógicas e impactam diretamente o ciclo de planejamento, ensino e reflexão.

Além de informar o pPCK, o contexto de aprendizagem também influencia a transição desse conhecimento para um nível mais amplo e compartilhado, denominado PCK coletivo (cPCK). Assim, ele atua como um elemento mediador entre o conhecimento pedagógico privado de um professor e as práticas coletivas que permeiam a comunidade educacional.

O PCK coletivo (cPCK) representa o conhecimento compartilhado entre educadores de ciências, resultante da combinação de experiências docentes, pesquisas acadêmicas e práticas pedagógicas diversas (Carlson; Daehler, 2019). Esse conhecimento não pertence a um único professor, mas é construído e mantido coletivamente por grupos de profissionais, como pesquisadores, professores e comunidades de aprendizagem.

Esse conhecimento pode variar em nível de especificidade, formando um contínuo que abrange desde abordagens amplas, como estratégias para ensinar argumentação científica (PCK da disciplina), até conhecimentos mais específicos, como concepções prévias dos alunos sobre fotossíntese (PCK do tópico) e estratégias para ensinar a conservação da matéria (PCK do conceito) (Carlson; Daehler, 2019). Os autores destacam que embora essa categorização seja destacada no cPCK, ela também se aplica a outras formas de PCK, como o pPCK e o ePCK. No entanto, por questões de simplificação, essa distinção não é explicitada na representação gráfica do modelo.

A camada mais externa do modelo representa as bases de conhecimento profissional que sustentam a prática docente (Carlson; Daehler, 2019). Entre elas estão o conhecimento do conteúdo científico, o conhecimento pedagógico, o conhecimento sobre os alunos, o

conhecimento curricular e o conhecimento de avaliação. Os autores destacam que o conhecimento do conteúdo se refere à compreensão acadêmica de uma disciplina específica, como biologia, química ou física. Isso envolve tanto o domínio conceitual da área quanto habilidades associadas, como a capacidade de elaborar explicações científicas e compreender a interconexão entre diferentes tópicos dentro da disciplina (Carlson; Daehler, 2019).

Além do conhecimento do conteúdo, os professores devem dominar outras bases essenciais para o ensino. Eles precisam compreender o desenvolvimento dos alunos, a organização curricular, os diferentes tipos de avaliação e diversas estratégias pedagógicas que permitam alcançar cada estudante de forma eficaz. Esse conhecimento pedagógico é mais genérico e não vinculado a uma disciplina específica (Carlson; Daehler, 2019). Essas bases de conhecimento geralmente são adquiridas em programas de formação docente e são aprimoradas ao longo da carreira por meio da experiência prática e do desenvolvimento profissional contínuo, e das reflexões sobre todos os processos vivenciados.

Como foi apresentado brevemente nos parágrafos anteriores, ao longo de mais de trinta anos, o PCK foi sendo pesquisado e modificado a partir de estudos que o utilizaram para investigar o conhecimento dos professores sobre diversos conceitos ou estudos que apresentaram diferentes interpretações para o construto. Dentre tantos estudos, há também alguns que se baseiam no construto PCK para investigar o conhecimento docente relativo às perspectivas mais contemporâneas de educação, como a argumentação.

Um destes estudos é de McNeill e Knight (2013) no qual as autoras tratam do PCK de argumentação. Em particular, visam estudar aspectos relacionados com as concepções dos alunos e as estratégias instrucionais. De acordo com as autoras, o PCK de argumentação frente às concepções dos alunos é mais do que apenas definir a argumentação científica ou compreender os conceitos da ciência; em vez disso, abrange o uso do conhecimento da argumentação científica para dar sentido aos aspectos estruturais e dialógicos do discurso oral e escrito dos alunos. Elas enfatizam que o conhecimento das concepções dos alunos pode então ser utilizado em conjunto com o conhecimento das estratégias instrucionais para determinar os próximos passos apropriados para projetar um ambiente de sala de aula eficaz para a argumentação. A investigação sobre esses dois aspectos é realizada neste estudo considerando as concepções dos alunos sobre a argumentação e as estratégias utilizadas pelos professores para fomentar o desenvolvimento da prática argumentativa em suas salas de aula.

Outro estudo relacionado é o de McNeill e colaboradores (2016), o grupo de pesquisadores conduziram um estudo com o objetivo de definir o PCK da argumentação e desenvolver uma forma de avaliá-lo. De acordo com as autoras, o PCK de argumentação inclui as habilidades para analisar a qualidade dos argumentos dos alunos para estrutura e interações dialógicas, em vez de apenas identificar termos chave como afirmação e evidência, e usar estratégias instrucionais que abordem o desafio de argumentação específica identificada na escrita do aluno ou na conversa em sala de aula. Além disso, este PCK inclui a avaliação da qualidade das interações dialógicas dos alunos, nas quais eles constroem e criticam as afirmações uns dos outros, em vez de tentarem focar em objetivos de argumentação, como a persuasão, que são difíceis de observar.

Em contrapartida às ideias atuais sobre PCK de argumentação, Ibraim e Justi (2019) apresentam o argumento que a definição do PCK de argumentação é útil apenas quando se analisam situações de ensino específicas, nas quais as ações dos professores estão relacionadas com o ensino de uma determinada prática científica, como a argumentação. Por outro lado, ao analisar as situações de ensino regular mais frequentes – em que os professores se concentram em uma das dimensões do conteúdo científico – é difícil definir claramente o papel das práticas científicas no ensino das ciências e adaptar o PCK em relação à argumentação. Assim, as autoras apontam que a caracterização do conhecimento dos professores relacionado a elementos do PCK seria influenciada pelo foco da situação de ensino em análise. As autoras enfatizam que ao investigar apenas o conhecimento dos professores sobre as práticas científicas, deixamos de considerar o seu papel no conhecimento ensinado pelos professores, e não é possível investigar as relações entre o seu PCK de conceitos científicos e o seu conhecimento sobre as práticas científicas.

De acordo com as autoras, como a prática científica é parte da estrutura sintática do conhecimento do conteúdo dos professores, a argumentação pode desempenhar papéis distintos no PCK dos professores. Por exemplo, ela pode ser (i) orientação para o ensino das ciências, se for pensado como uma proposta e um dos objetivos de ensino das ciências; (ii) estratégias instrucionais em ciências, uma vez que podem ser usadas para ajudar os alunos a compreender alguns conceitos científicos ou para ajudá-los a compreender o porquê de suas respostas não serem adequadas; e, (iii) parte do conhecimento curricular dos professores, ao integrar o conhecimento sobre como organizar o currículo para desenvolver as competências argumentativas dos alunos. Portanto, a argumentação pode estar relacionada tanto ao objeto de ensino quanto a um tipo de estratégia para o ensino de conhecimentos científicos.

A partir disso, as autoras enfatizam a dificuldade de conceber a existência de PCK para as práticas científicas (no caso, argumentação), porque consideram que isso vai contra a própria natureza do PCK, uma vez que as práticas científicas são um dos constituintes do conhecimento do conteúdo dos professores e, conseqüentemente, estariam incluídas em seu PCK. Portanto, as autoras entendem, e nós concordamos, que separar essas dimensões do conhecimento utilizando o PCK relacionado a conceitos ou práticas científicas significa negar a complexidade do PCK e do Conhecimento de Conteúdo (CK) dos professores. Assim, elas entendem que o conhecimento sobre as práticas científicas faz parte do PCK dos professores e não é uma espécie de PCK. Dessa forma, Ibraim e Justi (2019) defendem que a existência de outros modelos, concebidos para práticas científicas específicas, pode contribuir para lidar com questões específicas do conhecimento dos professores. Tais modelos específicos de conhecimento das práticas científicas poderiam agregar ao PCK e ajudar a comunidade de pesquisadores a compreender situações de ensino baseadas em práticas científicas (Ibraim; Justi, 2019).

Um modelo relacionado à argumentação encontrado na literatura é de Ibraim e Justi (2016). O modelo Conhecimentos para Ação Docente Envolvendo Argumentação tem o intuito de apontar alguns elementos essenciais ao professor para que ele possa ensinar ciências envolvendo argumentação e possa engajar os alunos na vivência e reflexão sobre esta prática científica. Neste modelo, os conhecimentos para a ação docente em argumentação são divididos em dois tipos. O primeiro engloba os conhecimentos sobre a argumentação, de forma que foi definido que o professor precisa ter conhecimentos sobre: (i) a estrutura básica de um argumento, (ii) as capacidades argumentativas; e, (iii) as situações argumentativas. O segundo tipo, envolve os conhecimentos relacionados aos aspectos pedagógicos no contexto de ensino envolvendo argumentação, sendo que os professores precisam ter conhecimento sobre: (i) estratégias de ensino; (ii) materiais instrucionais; e, (iii) ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação.

Ibraim e Justi (2022) conduziram um estudo com o objetivo de investigar como as ações favoráveis ao ensino envolvendo a argumentação são demonstradas por uma professora ao conduzir diferentes tipos de sequências didáticas e como elas podem ser relacionadas aos elementos do PCK mobilizados ao conduzir diferentes tipos de sequências didáticas. Em relação ao segundo tópico de investigação, as autoras concluíram que os elementos constituintes do modelo Conhecimentos para Ação Docente Envolvendo Argumentação fazem parte do PCK dos professores como orientação para o ensino de ciências ou como amplificadores e filtros, o que mostrou a possibilidade de integração entre os elementos constituintes do PCK e do

modelo. Nesse sentido, elas destacam que o PCK dos professores também pode estar ligado à compreensão sobre as razões para envolver explicitamente a argumentação no ensino de ciências e os momentos mais prováveis para que isso aconteça, considerando um determinado contexto de ensino. Assim, Ibraim e Justi (2022) enfatizam que o conhecimento para a ação dos professores por meio da argumentação pode ser considerado como um elemento de conhecimento dentro do PCK dos professores, que será influenciado pelo seu PCK pessoal e sinalizado em seu PCK em ação (Carlson; Daehler, 2019).

Dessa forma, considerando as discussões apresentadas na seção anterior sobre a dificuldade de condução de situações argumentativas em sala de aula real ou simulada por professores em exercício e em formação relatada na literatura e a integração dos conhecimentos de argumentação presentes no modelo Conhecimentos para Ação Docente envolvendo a Argumentação ao PCK dos professores (Ibraim; Justi, 2022), vemos a necessidade investigar como o pPCK e o ePCK manifestados por um licenciando em química<sup>3</sup> se articulam em um contexto de ensino de química envolvendo argumentação. Essa investigação se faz necessária para entendermos de forma mais aprofundada como um ambiente de ensino argumentativo impacta o raciocínio pedagógico do professor e assim tentarmos entender, posteriormente, maneiras de superar as dificuldades dos professores ao lecionarem conteúdos científicos ou sociocientíficos nesses ambientes.

### **3. OBJETIVOS**

O presente estudo tem como objetivo investigar como o pPCK e o ePCK manifestados por um licenciando em química se articulam em um contexto de ensino de química envolvendo argumentação. Tal objetivo é traduzido na seguinte questão de pesquisa:

1. Como o pPCK e o ePCK manifestados por um licenciando em um contexto de ensino de química envolvendo argumentação se articulam?

### **4. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo nomeado “Desenvolvimento de conhecimentos e identidade docente de professores de Ciências: Análise das contribuições dos resultados dos alunos, do ensino de orientações para o ensino de ciências e às vivências relativas ao ciclo pedagógico”, coordenado pelas professoras Dra. Roberta

---

<sup>3</sup> A opção pela área de Química foi feita apenas por ser nossa área de formação inicial e por, conseqüentemente, favorecer nosso entendimento das aulas e maior diálogo com o licenciando em relação a quaisquer elementos de ensino.

Guimarães Côrrea e Dra. Stefannie de Sá Ibraim. Seu parecer de aprovação tem o código 69410023.1.0000.5149.

Seguindo os termos desta aprovação, todos os sujeitos participantes, após os devidos esclarecimentos sobre objetivos e procedimentos metodológicos a serem adotados, assinaram Termo de Assentimento Livre e Esclarecido e, quando foi o caso, de Termos Consentimento Livre e Esclarecido concordando com a utilização dos dados na pesquisa. De nossa parte, mantendo o compromisso assumido com os participantes, seguimos rigorosamente os procedimentos éticos adequados, inclusive criando nomes fictícios para identificá-los.

Nesse trabalho, utilizamos o Estudo de Caso como metodologia de pesquisa. O estudo de caso é entendido como um método de investigação empírica que busca compreender profundamente um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Ele é caracterizado pela análise detalhada de um objeto bem delimitado, como uma instituição, programa ou unidade social, explorando seus aspectos únicos e essenciais. A abordagem se baseia no uso de múltiplas fontes de evidência e pode adotar tanto uma perspectiva interpretativa, valorizando a visão dos participantes, quanto pragmática, focando na apresentação abrangente e coerente do objeto estudado. Este método é amplamente utilizado em pesquisas exploratórias, sendo recomendado para formulação de hipóteses e compreensão inicial de temas complexos (Fonseca, 2002; Gil, 1989; Yin, 2001).

Em um estudo de caso, a coleta e análise de dados descritivos ocorrem por meio da interação direta do pesquisador com o objeto de estudo (André, 2013). Segundo a autora, essa característica é destacada porque o contato direto e prolongado do pesquisador com os eventos e situações investigadas possibilita descrever ações e comportamentos, captar significados, analisar interações, interpretar linguagens e estudar representações, sempre considerando o contexto e as circunstâncias específicas em que ocorrem. Dessa forma, torna-se possível compreender tanto o surgimento e o desenvolvimento desses fenômenos, quanto sua evolução ao longo de um determinado período.

Visto o exposto nos parágrafos anteriores, optamos por utilizar o estudo de caso como metodologia de pesquisa devido à sua capacidade de proporcionar uma compreensão aprofundada e contextualizada do “fenômeno” investigado. Nos permitindo analisar detalhadamente nosso objeto de estudo (no caso, nosso sujeito de pesquisa), explorando seus aspectos únicos e essenciais por meio de múltiplas fontes de evidência. Além disso, o contato

direto e prolongado com nosso sujeito de pesquisa possibilitou interpretar significados e compreender relações entre suas dimensões do PCK sem desvinculá-los do contexto de uma aula argumentativa em que se manifestaram. Diante disso, no tópico a seguir, detalhamos o estudo de caso realizado apresentando como ocorreu a seleção do sujeito de pesquisa, sua caracterização geral e a caracterização dos contextos de pesquisa.

## **4.1 Contexto de Coleta de Dados**

### **4.1.1 Caracterização do Contexto de Pesquisa**

A investigação teve início no âmbito de uma disciplina optativa chamada "Argumentação no Ensino de Química: Desenvolvimento de Sequência Didática," que faz parte do curso de Licenciatura em Química de uma universidade federal situada na região Sudeste do Brasil. Nessa disciplina, havia um total de 10 estudantes matriculados, a maioria deles cursando a Licenciatura em Química, sendo apenas um aluno inscrito no curso de Bacharelado. Entre esses 10 alunos, 3 eram do sexo masculino e 7 do sexo feminino.

A disciplina, com carga horária de 60 horas, foi estruturada de forma a contemplar discussões referentes à estrutura de um argumento (evidência, justificativa e afirmação), às capacidades argumentativas (refutação, contra-argumentação e teorias alternativas), às estratégias de ensino condizentes com o ensino envolvendo argumentação (experimentação, debates, júri-simulado, questões sociocientíficas etc.) e ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação.

A discussão referente à estrutura de um argumento e as capacidades argumentativas ocuparam uma parte considerável da disciplina, em torno de 9 das 30 aulas. O ensino desse tópico seguiu uma metodologia baseada em oferecer aos alunos experiências com argumentação a partir de atividades experimentais e/ou investigativas, e posterior discussão sobre os aspectos de argumentação mobilizados na experiência. As experiências proporcionadas foram: (i) a discussão de uma questão problema (Apêndice 1) envolvendo a existência e permanência da profissão de professor por meio da formação no ensino superior; (ii) uma atividade baseada no Crânio de Copérnico (Anexo 1); e, (iii) um estudo de caso (Apêndice 2) em que os estudantes se colocavam no papel da personagem principal na discussão sobre o Terraplanismo em sala de aula. Em suma, em todas as atividades os estudantes construíram,

detalharam e refletiram, com a professora formadora e em textos narrativos<sup>4</sup>, sobre os argumentos propostos e a experiência vivida nas discussões em sala de aula.

A discussão sobre as estratégias de ensino condizentes com o ensino por argumentação foi abordada em alguns momentos da disciplina, principalmente, em aulas projetadas para os estudantes experienciarem as estratégias de experimentação e investigação. Nestas aulas, os alunos realizaram dois experimentos: o lançamento de um foguete de garrafa PET (Apêndice 3) e a produção de um fluido não-newtoniano (Apêndice 4). No experimento do foguete, os alunos foram instruídos a fazer o ‘foguete decolar’, usando como combustível bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e vinagre ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ). Assim, os estudantes realizaram o experimento determinando as proporções dos reagentes e foram solicitados a investigar o que estava acontecendo em nível submicroscópico e qual era a influência da proporção escolhida de  $\text{NaHCO}_3$  e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  na magnitude da altura alcançada pelo foguete.

No experimento do fluido não-newtoniano, os alunos foram solicitados a investigar por que a mistura de amido de milho e água em proporções pré-determinadas apresentava comportamento de um sólido sob pressão/força e de um líquido sem a ação destas variáveis. Ao final destas aulas, os estudantes foram solicitados a refletir sobre quais características da experimentação são importantes para a utilização desta estratégia no ensino com uma abordagem argumentativa, quais ações da professora foram importantes para fomentar a argumentação, como eles avaliavam o processo argumentativo vivenciado durante as atividades experimentais e se consideravam possíveis a criação e a condução dessas situações de ensino em salas de aulas do ensino médio.

A discussão sobre quais ações do professor são favoráveis ao ensino com argumentação foi fomentada a partir da análise de trechos de vídeos de situações reais de sala de aula envolvendo a argumentação. Essa estratégia foi considerada, pois acreditamos que o uso dos vídeos na formação de professores em argumentação poderia proporcionar a reflexão necessária aos professores sobre quais ações seriam mais adequadas de tomar em situações argumentativas em sala de aula de ciências.

Sobre o uso de vídeos, Wess *et al.* (2023) enfatizam os efeitos positivos do uso do vídeo no desenvolvimento profissional dos professores, por exemplo, permitindo o uso de situações de sala de aula autênticas que efetivamente ativam o conhecimento dos observadores e

---

<sup>4</sup> Estamos considerando textos narrativos aqueles em que os estudantes externalizam suas reflexões sobre o processo vivenciado nas atividades e discussões com a professora formadora a partir da escrita.

promovem habilidades de autorreflexão ou autoeficácia dos professores. McNeill *et al.* (2016) afirmam que utilizar contextos de sala de aula (como vinhetas, textos dos alunos e vídeos) pode contribuir para a mobilização do PCK pelos professores, mas este uso deve estar enquadrado em dilemas instrucionais, como analisar a qualidade do discurso argumentativo dos alunos e usar estratégias instrucionais alinhadas. Neste âmbito, os trechos de vídeos foram utilizados no sentido de promover a análise e a discussão de quais ações expressas pela professora retratada na mídia ajudavam a fomentar a argumentação em sala de aula.

Por fim, a discussão relacionada às questões sociocientíficas e à argumentação foi promovida a partir da leitura de um texto e da realização de uma atividade (Apêndice 5) em que os estudantes propuseram temas sociocientíficos para trabalhar em sala de aula e como estes seriam inseridos neste contexto. Em suma, foram propostas atividades que possibilitavam a reflexão sobre o posicionamento dos professores em situações argumentativas reais e diversas de sala de aula, uma vez que acreditamos que estas atividades podem estimular a reflexão sobre as habilidades relacionadas a ação do professor na prática docente a partir da observação, raciocínio sobre a situação e reflexão sobre os processos de tomada de decisão. Tais ações podem ser relacionadas ao PCK pessoal (Carlson; Daehler, 2019).

Além destas discussões, os estudantes foram solicitados a construir um planejamento de aulas para o ensino de algum conteúdo químico ancorado na abordagem argumentativa. No planejamento, deveria ser apresentado: (i) os objetivos de ensino e aprendizagem em relação ao conteúdo químico e a argumentação; (ii) os conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao conteúdo químico; (iii) as concepções alternativas ou espontâneas que os estudantes apresentam sobre o conteúdo químico; (iv) as estratégias de ensino e recursos didáticos relacionados ao ensino e aprendizagem do conteúdo químico e da argumentação; (v) a sequência de eventos planejada para cada aula da sequência didática frisando os objetivos e a importância daquele evento e ações e questões que poderiam ser realizadas pelo docente; (vi) a avaliação relacionada ao conteúdo químico e a argumentação; (vii) a síntese dos eventos estimando o tempo gasto em cada um deles; e (viii) as referências consultadas durante a elaboração do planejamento.

Durante as aulas de planejamento, a professora formadora e a pesquisadora conversavam com os estudantes sobre suas ideias referentes ao planejamento e sobre o processo em si, estas conversas foram registradas em áudio. Além disso, após a finalização dos planejamentos, a pesquisadora entrevistou os alunos individualmente buscando entender em

profundidade seus conhecimentos de argumentação, conteúdo químico, de currículo, de avaliação, dos estudantes e pedagógicos em relação ao planejamento construído.

Após as aulas de planejamento, cada estudante foi convidado a analisar o planejamento de seus colegas em relação as potencialidades e as limitações das atividades para a criação e condução de um ambiente argumentativo em sala de aula e a coerência com os objetivos propostos. Além disso, eles precisavam apresentar sugestões de questões que poderiam ser feitas aos alunos visando um maior envolvimento na argumentação e, por fim, apresentar sugestões de alteração na proposta de ensino, de forma a torná-la mais argumentativa.

Na reta final da disciplina, os estudantes foram convidados a simularem uma parte do planejamento para seus colegas, professora formadora e pesquisadora. A simulação foi registrada em áudio e vídeo e, posteriormente, foram disponibilizados trechos das aulas simuladas para os estudantes refletirem sobre suas ações em relação ao fomento da argumentação. Vale dizer que as simulações não foram bem-sucedidas devido à baixa adesão dos estudantes à proposta, por exemplo, muitos alunos faltaram à aula no dia da simulação de um grupo, assim havia pouquíssimos alunos para simular a turma. Para além das aulas simuladas, os alunos foram convidados a conduzir a sequência de aulas planejadas para estudantes do ensino médio, no contexto de um curso de extensão voltado para a formação.

O curso de extensão aconteceu entre janeiro e março de 2024 e contou com a participação de dois dos licenciandos matriculados na disciplina e professores da educação básica e superior que possuíam ou não conhecimentos sobre argumentação, além da professora formadora e pesquisadora envolvidas na disciplina de argumentação. Sua estrutura foi pensada em momentos pré e pós aplicação dos planejamentos em duas escolas da educação básica, sendo que cada licenciando atuou em uma escola. O momento pré aplicação contou com dois encontros, o primeiro teve como objetivos discutir a visão individual sobre argumentação dos participantes e discutir os planejamentos propostos pelos dois licenciandos durante a disciplina de argumentação. Nesse processo, os licenciandos apresentaram seus planejamentos para os outros participantes (que haviam lido e analisado previamente) relatando como o processo argumentativo seria facilitado pelas estratégias e ações planejadas por eles. Os professores tiveram a oportunidade de sanar dúvidas e sugerir mudanças em relação à dinâmica da aula planejada, tanto em relação à argumentação, como à cultura de sala de aula vivenciada por eles. Ao final deste encontro, os licenciandos receberam como tarefa, reformular seus planejamentos considerando as discussões e sugestões propostas pelos outros participantes.

O segundo encontro teve como objetivo a discussão dos planejamentos reformulados. Nesse caso, os licenciandos apresentaram para os outros participantes suas aulas reformuladas e houve discussões relacionadas as mudanças propostas.

Após esses dois encontros, foram realizadas as aplicações dos planejamentos em duas escolas de educação básica, as duas aplicações foram registradas em áudio e vídeo para posterior análise pelos licenciandos. Além das aplicações, os licenciandos responderam questionários nos quais houve a sondagem de seus conhecimentos docentes e de argumentação, suas expectativas, suas ações durante a condução e suas dificuldades no processo. Estes questionários foram respondidos por meio de áudio com o auxílio do aplicativo de troca de mensagens instantânea. Esse modelo de coleta foi necessário visto que a pesquisadora não conseguiu acompanhar ambas as aplicações nas escolas públicas em tempo real.

O momento pós aplicação contou com dois encontros, os dois foram dedicados às discussões de episódios das aplicações, os quais foram levantados pelos licenciandos e pela professora formadora e pesquisadora. Dessa forma, foram discutidas situações que os licenciandos identificaram a ocorrência de argumentação ou que chamaram a atenção deles de alguma forma. A professora formadora e a pesquisadora exploraram momentos das aplicações em que gostariam de entender as ações tomadas pelos licenciandos.

É importante ressaltar que os dados utilizados nesta pesquisa para a construção do estudo de caso se situam, principalmente, na coleta referente ao curso de extensão, ou seja, nossos dados incluem os encontros pré e pós aplicação, as aplicações e os questionários. Os dados coletados durante a disciplina serão analisados em segundo plano como forma de apoiar a análise realizada a partir dos dados principais. Enfatizamos que apresentamos o contexto da disciplina para situar o leitor sobre os participantes e o percurso de aprendizagem que foi proposto aos alunos matriculados na disciplina, visto que esse percurso impacta no que foi realizado no curso de extensão.

#### **4.1.2 Seleção e Caracterização do Sujeito de Pesquisa**

Considerando que o presente estudo tem como objetivo investigar como o pPCK e o ePCK manifestados por um licenciando em química se articulam em um contexto de ensino de química envolvendo argumentação, e que apenas dois licenciandos, que cursaram a disciplina de argumentação, participaram do curso de extensão, nossas possibilidades de sujeitos de pesquisa foram reduzidas.

Diante dos dois sujeitos possíveis, Daniel e Ângela, ambos alunos da licenciatura em química e próximos de terminar a graduação, foi necessário selecionar apenas um deles como sujeito de pesquisa, visto que tínhamos um tempo limitado para realizar todas as análises pertinentes para conseguir responder à questão que nos propusemos. Assim sendo, optamos por selecionar aquele que gerou mais dados durante toda a coleta do curso de extensão, ou seja, aquele que apresentou mais reflexões durante os encontros pré e pós aplicação e que respondeu aos questionários de forma mais completa e reflexiva. Diante disso, após escutar as gravações dos encontros e os áudios dos questionários, selecionamos o licenciando Daniel como nosso sujeito de pesquisa.

Pensando na bagagem pedagógica prática dele, podemos ressaltar que Daniel nunca lecionou como regente de aulas, ou seja, nunca atuou como professor solo de um componente curricular. Porém, ele participou durante oito meses do programa Residência Pedagógica, núcleo química, pela universidade em que estuda. Neste programa, ele teve a oportunidade de planejar e conduzir aulas pontuais em uma escola pública que atende o ensino médio. Um ponto a se destacar é que a escola em que Daniel conduziu sua sequência de aulas planejadas no curso de extensão era a mesma em que ele atuou durante o programa Residência Pedagógica, dessa forma, ele possuía familiaridade com o ambiente e com os alunos. Em relação aos seus conhecimentos de argumentação, Daniel não havia cursado disciplina ou curso relacionado a essa temática, tendo seu primeiro contato na disciplina descrita anteriormente.

A partir das reflexões apresentadas por Daniel nos textos narrativos, apresentamos uma breve caracterização do nosso sujeito de pesquisa em relação a seus conhecimentos sobre argumentação. Na primeira atividade, na qual propomos a discussão de uma questão problema (Apêndice 1) envolvendo a existência e permanência da profissão de professor por meio da formação no ensino superior, Daniel refletiu sobre o aspecto persuasivo da argumentação, em suas palavras:

*Eu sinto que me faltou mais capacidade de persuasão, e por isso acabei me delongando no texto para consolidar “minha lógica”, de onde eu tiro maior segurança. Acho que a argumentação é uma ferramenta para que uma pessoa convença a outra de que tem razão. Ou seja, é uma ferramenta de persuasão e que não necessariamente tem um compromisso com as verdades. Portanto, mesmo meu argumento podendo ser verdadeiro, eu não conseguiria provar minha razão por causa da minha retórica que falhou. (grifo nosso)*

A partir da sua reflexão, conseguimos observar que a ideia inicial de argumentação de Daniel era de argumentação como uma ferramenta para convencer o outro de algo, ou seja, sua visão e entendimento estavam focados em uma das finalidades da argumentação.

Em relação a avaliação de argumentos, nosso sujeito ressaltou que os critérios utilizados por ele para avaliar os argumentos presentes na atividade 1 foram

*A validade ou veracidade das premissas (da “ideia” que eles trouxeram) e a articulação dessa premissa. Por exemplo, eles trouxeram uma ideia de que uma pessoa formada para tal consegue ensinar tal. Portanto, por igualdade, um formado em química poderia ensinar química. Se considerar essa premissa válida, essa igualdade é verdadeira. O problema é que ela é falseável porque ela não é autossustentável. Não se apresenta nenhuma justificativa para essa premissa e ela não possui nenhuma qualidade que a torne válida. Há muitas vacuidades nessa ideia que precisariam de uma justificativa mais profunda. Na ocultação da profundidade do que é “ensinar”, eles conseguem afirmar o que defendem. Então, meu critério foi avaliar a profundidade dessa ideia principal defendida, sua substancialidade e suas vacuidades. (grifo nosso).*

A partir dessa reflexão sobre a avaliação de um argumento, podemos perceber que, no início da disciplina, Daniel não possuía conhecimentos substanciais da estrutura de um argumento (evidência, justificativa e afirmativa) em que poderia se ancorar para realizar uma avaliação.

Nas reflexões relacionadas a atividade do estudo de caso (Apêndice 2), Daniel extrapolou um pouco seus conhecimentos iniciais sobre argumento ao indicar como avaliou os argumentos apresentados na atividade

*Um dos critérios utilizado para avaliar os argumentos foi a solidez do argumento pela base que o mesmo trazia. No caso, um argumento sólido seria aquele que ele trouxe embasado pela observação do horizonte, já que é realmente uma observação disponível para todos e que não há como discordar. Do nosso ponto de vista a linha do horizonte é linear e essa evidência é a que mais solidificou seu argumento, em minha opinião. Os outros argumentos não conseguiram solidificar tão bem seus argumentos porque eles ou dependiam de extrapolações forçadas ou do uso de um modelo duvidoso. Já a da linha do horizonte é diferente porque ela pode ser utilizada como uma premissa verdadeira para construção de um argumento, sem que se extrapole as observações. Além da solidez devida a forte conexão da evidência com seu argumento, o uso de fontes é algo de ser dar crédito para o mesmo, já que ele ao menos justificou o argumento da terra plana usando um vídeo como base. Ele possivelmente entende aí que, mesmo não sendo cientificamente aceito, um argumento sozinho, sem alguma fonte, evidência ou mais alguém que tenha registrado sua defesa, é um argumento fraco, sem base. O que ele tenta então é criar alguma âncora para sua defesa, o que já é algo. (grifo nosso).*

Nesta reflexão, percebemos que os conhecimentos de Daniel relacionados ao argumento mudaram, agora ele conseguia indicar que era necessário ter fontes e evidências que suportassem os argumentos para que ele fosse mais bem aceito. Nesta mesma atividade, Daniel refletiu sobre sua experiência na disciplina até aquele momento

*O que posso dizer sobre a experiência em geral é que, durante a elaboração dos textos e dos argumentos dentro do texto, eu não sabia identificar muito bem os elementos argumentativos que estavam presentes, assim como não sabia identificá-los no texto do terraplanismo. Porém, com as discussões em sala de aula e com os conteúdos apresentados, fica mais claro agora os momentos em que eu usei um contra-*

*argumento, um argumento, uma teoria alternativa, uma justificativa, uma explicação, uma evidência e quando utilizei algum recurso retórico. Distinguir estes elementos da argumentação para mim foi muito importante, pois agora eu consigo estabelecer os valores e credibilidade que cada um traz, ou não traz, para os argumentos. Usar de um elemento para valorizar outro elemento na argumentação é algo que eu estava tendo dificuldades para enxergar. Sinto que agora eu consigo, no mínimo, saber que isso está ali (mesmo as vezes sem saber muito bem como). Esse exercício possivelmente vai me ajudar a reavaliar muitos de meus textos e vai me fazer uma pessoa mais criteriosa naquilo que eu irei desenvolver. Antes das discussões das aulas, eu estava trazendo enunciados muitas vezes desconexos uns dos outros ou conectados de uma forma ruim acreditando que, por eles terem algum valor por si, eles fariam os argumentos terem valor também. Porém, agora penso mais em como conectar corretamente enunciados que eu veja valor para favorecer a valorização do argumento em si. Em minhas anotações em sala de aula eu consigo observar a maior atenção que eu tenho dado a essa questão. (grifo nosso)*

A partir desta reflexão podemos perceber que nosso sujeito de pesquisa passou a considerar importante não apenas apresentar enunciados bons, mas também organizar os elementos de um argumento de forma a fortificá-lo.

Algo que se fez presente em suas reflexões foi a definição de evidências suficientes e específicas e o peso disso na construção de um argumento. Nas palavras de Daniel

*A partir deste ponto, entendendo a dualidade suficiência-especificidade, pude traçar alguma referência de como as evidências podem dar essa sustentação ao argumento. Acredito que quando eu denomino que uma evidência é suficiente ou específica para uma certa explicação, não apenas estarei entendendo o tipo de valor que ela dará ao argumento, mas também será mais fácil identificar suas vacuidades. Por exemplo, um argumento sendo específico pode funcionar bem para uma situação pontual, mas talvez somente nesta. Ao extrapolar a situação, o mesmo terá muitas aberturas e possivelmente não se sustentará, pois teorias alternativas podem facilmente emergir como contra-argumentos. Já o oposto, quando uma evidência é suficiente para uma explicação, ela cumpre com o papel de justificar maioria dos casos que se inspeciona, porém em casos especiais ela pode não cumprir este papel, necessitando de restrições ou alongamentos em suas premissas para que dê conta, retirando seu caráter generalista. (grifo nosso)*

Nosso sujeito de pesquisa, voltou a refletir sobre a especificidade e suficiência de evidências em outros momentos da disciplina, o que indica que estes critérios se tornaram importantes para ele ao analisar um argumento.

## **4.2 Coleta de Dados**

A coleta de dados desta pesquisa aconteceu em três momentos. O primeiro momento foi durante a disciplina de argumentação, a coleta nesse período envolveu observação acompanhada do registro em vídeo e áudio das aulas da disciplina, entrevistas sobre os planejamentos com todos os estudantes matriculados na disciplina e coleta do material produzido e utilizado nas atividades propostas durante a disciplina. O segundo momento foram os encontros do curso de extensão, todos os quatro encontros foram registrados em áudio e vídeo. Além disso, os dois licenciandos inscritos no curso, Daniel e Ângela, responderam

questionários relacionados aos seus planejamentos com o objetivo de sondar seus conhecimentos docentes e de argumentação, por meio de áudio com o auxílio do aplicativo de troca de mensagens instantâneas.

O terceiro e último momento foram as aplicações dos planejamentos em duas escolas públicas. Todas as aulas foram registradas em áudio e vídeo, além disso, os licenciandos responderam questionários pré e pós aplicação dos planejamentos, por meio de áudio com o auxílio do aplicativo de troca de mensagens instantâneas.

Nas próximas seções, detalharemos como foram realizadas as coletas de dados utilizadas para a construção do estudo de caso relacionado ao Daniel, como esses dados se situam, principalmente, na coleta referente à aplicação dos planejamentos, vamos detalhar a coleta e a construção dos questionários de sondagem de PCK e dos questionários pré e pós aplicação, os registros de áudio e vídeo e a coleta do material produzido e utilizado durante o período da investigação.

#### **4.2.1 Questionários**

De acordo com Gil (1989), pode-se definir questionário como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas, conhecimentos etc. Nesta pesquisa, dois modelos de questionários foram utilizados: o questionário de sondagem do PCK e dos conhecimentos sobre argumentação e os questionários pré e pós-aplicação. O questionário de sondagem (Apêndice 6) que produzimos foi dividido em duas partes, uma relacionada ao PCK e a outra à argumentação. A primeira parte possuía 13 questões e a segunda 8. Para a proposição deste questionário, a pesquisadora, autora da dissertação, elaborou as perguntas com base na literatura do CoRe<sup>5</sup> (Content Representation) de Loughran e colaboradores (2004), e no referencial de Ibraim e Justi (2016). O CoRe explora e detalha a compreensão dos professores de ciências em relação a aspectos específicos do PCK, como uma visão geral das principais ideias; conhecimento sobre concepções alternativas; estratégias eficazes para avaliar a compreensão; pontos comumente associados à confusão; sequenciamento apropriado; e abordagens relevantes para estruturar ideias (Loughran; Mulhall; Berry, 2004).

Segundo os autores, o objetivo do CoRe é auxiliar na codificação do conhecimento dos professores de maneira uniforme dentro da área de conteúdo analisada, permitindo, assim,

---

<sup>5</sup> Representação de Conteúdo

identificar aspectos essenciais do conteúdo que são reconhecidos e considerados pelos professores em sua prática pedagógica. Com base nesse objetivo, julgamos pertinente elaborar a primeira parte do questionário fundamentado na literatura do CoRe. A segunda parte foi estruturada de acordo com o modelo de conhecimentos docentes em argumentação de Ibraim e Justi (2016).

Após a formulação do questionário, a pesquisadora o apresentou à orientadora da pesquisa. Ambos discutiram as questões e fizeram ajustes em algumas delas a partir da necessidade de (i) tornar as perguntas mais claras; (ii) suprimir questões que poderiam resultar em respostas semelhantes; (iii) adicionar elementos que eram de interesse na pesquisa; (iv) diminuir possibilidades de ambiguidades, entre outros itens. As perguntas foram encaminhadas para o sujeito de pesquisa após a reformulação do planejamento durante o curso de extensão e retornaram por meio de áudios no aplicativo de mensagens instantâneas. Os áudios foram transcritos e utilizados posteriormente para a construção dos dados.

Os questionários pré e pós (Apêndice 7) tinham como objetivo sondar aspectos do planejamento e as expectativas (questionário pré) ou as reflexões sobre a aula do dia (questionário pós) do sujeito de pesquisa. Da mesma forma que o questionário de sondagem, houve a discussão entre a pesquisadora e orientadora sobre as questões propostas e mudanças visando melhorias e maior adequação ao objetivo do trabalho. O questionário pré aplicação foi encaminhado para o sujeito de pesquisa um dia antes da sua condução e o pós imediatamente após. As respostas de Daniel retornaram por meio de áudios no aplicativo de mensagens instantâneas. Os áudios foram transcritos e utilizados posteriormente para a construção dos dados.

#### **4.2.2 Registro em Áudio e Vídeo das Aulas Conduzidas em Sala de aula Real e dos Encontros do Curso de Formação**

Houve o registro em vídeo e áudio dos encontros do curso de formação e das aulas conduzidas pelo licenciando em uma escola pública. Para a videogravação dos encontros, nos equipamos com uma câmera filmadora e tripé, além de um gravador portátil que foram utilizados para registrar em vídeo e/ou áudio aspectos pertinentes a cada contexto de filmagem.

A filmagem, ao registrar movimentos e ações, possibilita análises mais profundas e repetidas, superando limitações da observação ao vivo e minimizando a subjetividade da pesquisa qualitativa. Além de permitir revisões detalhadas por outros pesquisadores, o vídeo amplia a compreensão do objeto estudado, revelando novos aspectos e conexões com o ambiente e o referencial teórico (Belei *et al.*, 2008).

Considerando o apresentado, nas aulas conduzidas pelo Daniel as filmagens e as gravações foram importantes para que registrássemos tanto o discurso quanto a ação performática desse licenciando. Além disso, a identificação de quem realizava os turnos do discurso foi facilitada, o que contribuiu para melhor compreensão do contexto comunicativo, uma vez que o olhar e o direcionamento corporal de Daniel indicavam a quem ele se referia: à turma como um todo, a grupos específicos ou a estudantes específicos. Os registros obtidos com o gravador portátil foram um suporte complementar à videogravação, uma vez que tal equipamento é mais limitado por não registrar a ação performática dos sujeitos. Por outro lado, tal equipamento captou melhor o áudio por ter sido colocado próximo ao licenciando.

Acreditamos que o registro em formatos de áudio e vídeo tornam possível a observação do comportamento do licenciando em todo o processo, assim como a compreensão dos aspectos do contexto da pesquisa. Além disso, essa abordagem nos permitiu rever as gravações das aulas quando necessário, garantindo maior precisão na análise do ePCK, que está diretamente relacionado às situações de ensino. Dessa forma, os dados de sala de aula foram fundamentais, assim como foram importantes para que o licenciando analisasse sua própria prática no encontro pós aplicação no curso de extensão.

#### **4.2.3 Coleta de Material Produzido e Utilizado**

Durante o período de coleta de dados, ou seja, começando da disciplina de argumentação e terminando no último encontro do curso de extensão, o sujeito de pesquisa produziu muitos materiais. Dentre eles, textos narrativos, planejamentos de aulas, análise de aulas, respostas as atividades propostas na disciplina etc. Todos os materiais produzidos por ele foram guardados para posterior análise.

Durante nossa análise, não utilizamos todos os materiais produzidos por Daniel, os dados provenientes do contexto da disciplina, principalmente os dos textos narrativos foram usados para caracterizar o sujeito e apontar seus conhecimentos iniciais de argumentação. Outros dados relacionados ao curso de extensão, principalmente o planejamento proposto pelo sujeito de pesquisa, foram usados na discussão e na interpretação do pPCK e ePCK. Na próxima seção, vamos detalhar como foi realizada a análise dos dados construídos durante o período de coleta.

#### **4.3 Análise de Dados**

A metodologia geral proposta para dar suporte à discussão da questão de pesquisa desta dissertação consistiu na realização de um estudo de caso sobre a articulação do

pPCK e o ePCK manifestados por um licenciando em química em um contexto de ensino de química envolvendo argumentação. O estudo de caso foi elaborado a partir das transcrições dos registros em áudio e vídeo das aulas ministradas por Daniel, além dos questionários de sondagem e dos questionários pré e pós registrados em áudio. O planejamento das aulas construído por Daniel não foi utilizado como fonte de dados em virtude do quão conciso era, não sendo possível extrair dados para responder a nossa questão de pesquisa. Com o objetivo de responder nossa questão de pesquisa: “Como o pPCK e o ePCK manifestados por um licenciando em um contexto de ensino de química envolvendo argumentação se articulam?”, organizamos a análise desses dados em momentos.

Primeiramente, analisamos as transcrições dos questionários de sondagem de PCK e conhecimentos de argumentação em busca da identificação de falas do sujeito de pesquisa que podiam indicar conhecimento de conteúdo, conhecimento pedagógico, conhecimento de avaliação, conhecimento dos estudantes e conhecimento de currículo presentes na base de conhecimento no Modelo Consensual Refinado de PCK (Carlson; Daehler, 2019). Além disso, em relação à argumentação, buscamos identificar em suas falas conhecimentos sobre argumentos, situações argumentativas, ações que poderiam facilitar a argumentação em sala de aula etc. presentes no Modelo Conhecimentos para a Ação Docente envolvendo Argumentação de Ibraim e Justi (2016). Realizamos essa análise em um primeiro momento para termos uma ideia de quais conhecimentos compunham o pPCK de Daniel, para que, posteriormente, conseguíssemos articular esses conhecimentos com sua prática em sala de aula, que reflete seu ePCK.

Em um segundo momento, realizamos a leitura das transcrições dos questionários pré aplicação, das aulas ministradas pelo nosso sujeito de pesquisa e dos questionários pós aplicação. A leitura das transcrições das aulas foi acompanhada da categorização das Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação (Ibraim; Justi, 2022) manifestadas por Daniel durante a aplicação de seu planejamento. A identificação das AFEEA nos ajudaram a entender a intenção de Daniel ao longo da aula, por exemplo, se sua intenção era criar um ambiente confortável e favorável a argumentação, suas AFEEA seriam predominantes de Suporte. Entretanto, se suas ações estavam voltadas para construção de argumentos, ele manifestaria ações de Processo em sua maioria. Por outro lado, a leitura dos questionários pré e pós foram acompanhados de identificação de falas do nosso sujeito de pesquisa que poderiam indicar expectativas sobre como a aula seria conduzida e reflexões de como realmente aconteceu. Essas

falas em conjunto com os outros dados analisados (questionários de sondagem e transcrições das aulas) poderiam nos ajudar a entender a articulação do pPCK e ePCK de Daniel.

O terceiro momento foi a leitura dos dados em ordem cronológica e a identificação de relações entre o que o licenciando expressou nos questionários de sondagem de PCK e dos conhecimentos de argumentação com sua prática em sala de aula e suas reflexões posteriores. Ao ler os dados em ordem cronológica foi possível identificar as relações de maneira mais eficiente e fidedigna. Além de facilitar a seleção de episódios das aulas que gostaríamos de discutir em profundidade, porque os trechos selecionados apresentavam possibilidade de discutir com mais detalhes a prática pedagógica ou argumentativa de Daniel.

Por fim, o quarto e último momento foi a escrita dos episódios. Os episódios foram escritos seguindo a ordem cronológica dos acontecimentos ocorridos na aula de Daniel. Para a construção e discussão destes episódios selecionamos três momentos das duas primeiras aulas ministrada por nosso sujeito de pesquisa. Foi necessário nos atermos a apenas essa quantidade de episódios em virtude do tempo que tínhamos para realizar a análise das relações e escrita deles. Nestes episódios, procuramos analisar e mostrar a articulação entre o pPCK e ePCK de Daniel por meio das relações encontradas entre os dados dos questionários de sondagem, das aulas e dos questionários pré e pós aplicação. Na próxima seção, vamos apresentar os três episódios construídos e como as duas dimensões do PCK de Daniel se articularam neles.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nessa seção, apresentamos a seleção dos três episódios construídos a partir da análise das quatro aulas que Daniel planejou e lecionou no contexto do curso de extensão. É importante salientar que os três episódios selecionados são provenientes das duas primeiras aulas da sequência didática proposta por nosso sujeito de pesquisa. Em cada episódio, apresentamos o andamento da aula a partir das ações de Daniel e destacamos as articulações entre o pPCK e o ePCK e as exemplificamos a partir de figuras.

### **5.1 Episódio 1: Levantamento de Hipóteses**

Daniel iniciou a aula se apresentando aos alunos que não conhecia e, cumprimentando os que conhecia, devido a sua participação no Programa Residência Pedagógica na escola. Além disso, ele frisou que o objetivo da aula seria “*trabalhar uma temática com vocês e ver o que vocês pensam, o que vocês sabem, e fomentar uma discussão aqui sobre esse tema.*” (Aula 1). Após este momento, Daniel iniciou a aula com a problemática da diferença de temperatura em diferentes localidades de Belo Horizonte e seguiu solicitando que os estudantes apresentassem

exemplos com o intuito de engajá-los na discussão, ou seja, as ações dele estavam voltadas a incentivar a participação dos alunos, criando um ambiente favorável às interações (Quadro 1).

**Quadro 1:** Primeiro trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses”

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
4	Daniel	Eu queria trazer uma pergunta pra vocês, pra vocês já irem me respondendo é.... Vocês, por algum acaso, já sentiram assim é, aqui em BH, regiões que fazem mais calor, mais quente, outras mais frias?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte
5	Turma	Sim		
6	Daniel	Sim? Tipo qual?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte
7	Aluno 1	Centro <sup>6</sup>		
8	Daniel	Centro?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte
9	Aluno 1	Calor pra (inaudível) até quando tá frio, tá calor		
10	Daniel	E aí? Só o centro?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte
11	Aluno 2	Abílio Machado <sup>7</sup> .		
12	Daniel	Abílio Machado? Abílio Machado, tá?		
13	Aluno 3	Lá em casa é muito frio.		
14	Daniel	Na sua casa muito fria? Você mora em alguma região assim?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada.	Suporte
15	Aluno 3	Lá no...Lá perto do Xangrilá <sup>8</sup> ...		
16	Daniel	Ah... no Xangrilá. Você falou no Abílio Machado. Como é que é mais ou menos ali a região?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte

<sup>6</sup> O centro de Belo Horizonte é conhecido por abrigar diversas lojas de diferentes seguimentos, escritórios, bancos instituições públicas, bares e restaurantes. Usualmente é opção de lazer para os moradores de Belo Horizonte.

<sup>7</sup> A Avenida Abílio Machado, localizada na divisa entre as regiões Noroeste e Pampulha de Belo Horizonte, é uma das principais vias de circulação da cidade, desempenhando um papel vital no comércio e na mobilidade urbana.

<sup>8</sup> O bairro Xangrilá, localizado na região da Pampulha, em Belo Horizonte, caracteriza-se por ser uma área predominantemente residencial, com grande presença de áreas verdes e proximidade a lagoas, como a Lagoa da Pampulha.

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
17	Aluno 2	É... Eu diria que é... É uma (inaudível). Todas as vezes que eu vou lá eu morro de calor, estando nublado, toda vez eu não aguento não.		
18	Daniel	Em que horário, assim, vocês vão?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada.	Suporte
19	Aluna 2	Geralmente eu vou três horas da tarde, duas horas, ou geralmente às nove, né? Mesmo assim vai estar morrendo de calor.		
20	Daniel	Vai ficar quente. Você também no centro sente assim? Nesse horário? Ou...	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada.	Suporte
21	Aluno 1	Qualquer		
22	Daniel	Qualquer horário.		

Fonte: Autores (2024)

A partir de ações do tema Suporte, ou seja, ações que contribuem, ou criam ambientes favoráveis para o desenvolvimento de situações argumentativas (Ibraim; Justi, 2022), Daniel optou por encorajar os alunos a manifestar suas ideias e a solicitar esclarecimentos quando ele não compreendia a ideia apresentada. Isto foi realizado pelo licenciando como uma estratégia para instigar a argumentação em sala de aula, algo mencionado por ele no questionário sobre o planejamento (Quadro 2):

**Quadro 2:** Trecho da resposta para a pergunta presente no questionário sobre o planejamento: “Quais são as estratégias de ensino escolhidas e as razões específicas para usá-las frente a argumentação? Por quê?”.

As estratégias de ensino das quatro aulas vão ser aulas dialógicas<sup>9</sup>, interativas e investigativas. (...) e no caso de ser dialógico interativo para que a aula possa ter uma comunicação aberta para os alunos se expressarem se sentirem mais à vontade para se expressar é para eles entenderem, eles visualizarem que aquela aula não é uma aula expositiva. Onde o professor vai ter autoridade e porque se o aluno sentir, ver, né, que é uma aula expositiva, que é uma aula de autoridade, ele já pode se sentir muito habituado, né, pode ser muito automático ele ficar quieto e não participar, só observar. Só que como o objetivo é outro, então a gente tem que manter uma relação interativa e dialógica para que ele perceba que não é esse tipo de aula, para que ele sinta que é uma aula que ele pode falar, que ele pode conversar, que ele pode ter liberdade de certa forma.

Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

Na fala de Daniel, observamos que ele considerou importante que os estudantes se sentissem à vontade para falar e se posicionarem durante a aula, que tivessem liberdade. E, que isto era significativo para que a argumentação fosse desenvolvida, uma vez que ele considerava que uma grande dificuldade para o desenvolvimento da argumentação em sala de aula estava associada à participação dos alunos (Quadro 3). Assim, ao assumir que a argumentação em sala de aula está alinhada à interatividade e frente a sua crença de que era preciso engajar os estudantes nas discussões propostas, consideramos que Daniel adotou a argumentação como uma orientação para o ensino do tópico de química conduzido por ele, de forma que tal orientação amplificou as suas ações em termos do levantamento de hipóteses no início da aula.

**Quadro 3:** Resposta para pergunta presente no questionário sobre o planejamento “De forma geral, quais são as dificuldades/limitações relacionadas ao processo argumentativo em sala de aula?”.

Eu acredito que a maior dificuldade é a participação, o engajamento dos alunos, para fazer com que a argumentação realmente aconteça, para fazer que os alunos articulem suas próprias ideias e engendrem a discussão nos pontos de vista deles, e através disso fomentem a mesma,

<sup>9</sup> Daniel chama a abordagem de dialógica, pensando na interatividade, mas do ponto de vista da literatura isso não seria mais dialógico, uma vez que o que torna o discurso funcionalmente dialógico é o fato de que ele expressa mais de um ponto de vista, e não que ele seja produzido por um grupo de pessoas ou por um indivíduo solitário (Mortimer; Scott, 2002).

para que sejam levantadas hipóteses, sejam levantadas discussões e que essa atividade pertença a eles (...).

Fonte: Autores (2024)

Além disso, ao descrever como pretendia instigar a argumentação entre os alunos, Daniel demonstrou assumir a argumentação como uma orientação, ao explicitar como isso amplificaria suas ações em sala de aula frente à construção de um ambiente interativo (Quadro 4):

**Quadro 4:** Reposta para a pergunta presente no questionário pré aula “Como você pretende instigar a argumentação dos alunos? E entre eles?”.

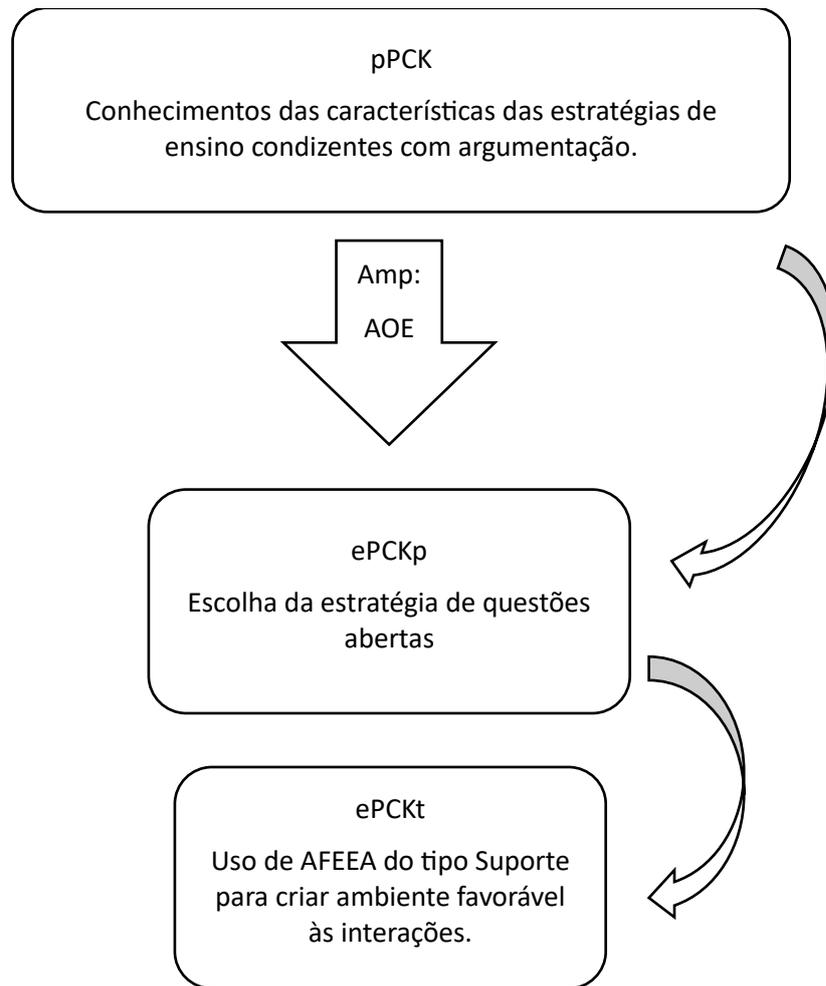
Nesse caso, eu planejo pegar as perguntas, dar as perguntas iniciais, deixar eles dar as respostas, e não dar eu a resposta para eles, deixar eles nesse local de dúvida e jogar sempre para eles responderem a si, suas dúvidas, suas perguntas, e deixar, né, então seria tipo uma estratégia de devolver as perguntas sempre para eles, né, e respondendo só em momentos pontuais quando eu perceber que nenhum deles consegue realmente atender a demanda ali. Entre eles vai ser perguntar, né, quando houver uma pergunta de um aluno para a sala, qual que eles acham, né, qual que é, o que vocês acham da pergunta do seu colega, tá ouvindo? Alguém consegue responder? Por exemplo.

Fonte: Autores (2024)

Diante do exposto por Daniel, percebemos que este tinha conhecimento como a estratégia de usar questões abertas aos estudantes poderia contribuir para o desenvolvimento da argumentação em sala de aula, algo que está posto no modelo de Ibraim e Justi (2016) e foi discutido na disciplina cursada por ele, o que pode ser entendido como parte de seu pPCK. Ao propor o ensino de um tópico de conhecimento químico envolvendo argumentação, vemos que Daniel tomou a argumentação como uma orientação para o ensino, o que acabou por amplificar suas ações no planejamento (como apresentado em suas respostas nos Quadros 2, 3 e 4), representando seu ePCKp, e suas ações em sala de aula (Quadro 1), que dizem respeito ao seu ePCKt. Logo, o pPCK influenciou a manifestação de seu ePCKp e ePCKt.

A Figura 2 representa a articulação do pPCK e ePCK amplificada pela orientação de ensino relacionada à argumentação (Amp: AOE). Nessa figura, as caixas com bordas arredondadas indicam o pPCK e os domínios do ePCK. As setas grandes e largas representam os movimentos dos filtros e amplificadores que influenciam a ação de Daniel em sala de aula. As setas curvas conectam os domínios de pPCK e ePCK, evidenciando o fluxo e a adaptação contínua da prática pedagógica de Daniel em resposta às necessidades e interações dos alunos.

**Figura 2:** Esquema da articulação entre pPCK e ePCK do primeiro trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses”



Fonte: Autores (2024)

Na Figura 2, temos a síntese dos movimentos do raciocínio pedagógico de Daniel durante todo o trecho do Quadro 1. O processo inicia-se com os conhecimentos de Daniel relacionados a argumentação, destacado em seu pPCK. Daniel possuía entendimento dos conhecimentos das características das estratégias de ensino condizentes com argumentação. Esse conhecimento influenciou seu planejamento (ePCKp) e sua ação em sala de aula (ePCKt), quando o licenciando optou por usar questões abertas para fomentar a argumentação; assim como a argumentação, que atuava como orientação de ensino, amplificando seu planejamento do uso da estratégia de questões abertas para tentar instigar as interações dos alunos e criar um ambiente propício a argumentação. Seu planejamento foi posto em prática a partir de sua ação em sala de aula (ePCKt), ao criar um ambiente favorável a interações a partir de perguntas direcionadas (AFEEA de Suporte) e a estimular a participação dos alunos.

Dando prosseguimento à aula, além de estimular a participação dos alunos, Daniel tentou fomentar a argumentação a partir de questionamentos sobre as hipóteses dos alunos para a diferença de temperatura em diferentes pontos de Belo horizonte (Quadro 5).

**Quadro 5:** Segundo trecho do episódio "Levantamento de Hipóteses"

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
23	Aluno 1	Lá tem muito carro...		
24	Daniel	Você acha que tem a ver com isso? Com muito carro? Poluição? Vocês acham que tem a ver com isso? Com a temperatura?	Encorajar a tomada de posicionamento  Solicitar a apresentação de uma hipótese para o problema em discussão	Suporte
25	Turma	Inaudível		
26	Daniel	Pode influenciar. O que vocês acham?	Encorajar a tomada de posicionamento  Solicitar a apresentação de uma hipótese para o problema em discussão	Suporte
27	Aluno 4	Aqui por exemplo é mais frio porque tem muita mata		
28	Daniel	Aqui é mais fresco porque tem muita mata. Vocês acham que isso faz sentido gente?	Formular questão a partir de ideia do aluno, ou retomar tal ideia, com o intuito de envolver outros alunos na discussão	Suporte
29	Turma	Sim		
30	Daniel	Faz? Todo mundo concorda?	Encorajar a tomada de posicionamento	Suporte
31	Turma	Sim		
32	Aluno 6	(inaudível)		
33	Daniel	Lá é muito mata?		
34	Aluno 7	Eu acho...(inaudível) lá tem muita mata, muita árvore... lá dentro em si é muito quente, aí as vezes sai algo assim... a temperatura fica mais ou menos igual (inaudível)...		
35	Daniel	Vocês acham que em BH a temperatura é igual em todos os lugares?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte
36	Turma	Não		
37	Daniel	Por quê?	Solicitar a apresentação de uma hipótese para o problema em discussão.	Suporte
38	Aluno 8	Tem as partes baixas e as partes altas		

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
39	Daniel	E o que isso interfere nisso?	Solicitar a apresentação de uma hipótese para o problema em discussão.	Suporte
40	Aluno 8	Aí meu Deus eu estudei isso... olha eu não vou lembrar certo...		
41	Daniel	Sem problemas ....		
42	Aluno 8	A parte em que ela pega mais... ela pega menos sol vamos supor a parte que fica embaixo a parte de cima pega mais sol... igual a antiga escola que eu estudava era em cima do morro, na época de frio ficava trincando, muito frio mesmo, aí começava bater um solzinho já era tipo bem quente, era tipo seis horas da manhã a gente estava suando, morrendo ... a escola mesmo autorizava a gente ir de camiseta as vezes, mas tipo assim... igual aqui é uma área bem mais neutra não é tão alto e nem tão baixo.. então aqui e acaba que a mata influencia bastante porque ela gera muito vento acaba que fica bem frio vamos supor a noite fica fazendo frio... (inaudível) aqui quase não influencia porque tem dias de calor tem hora que faz um friozinho		
43	Daniel	Falou bem. Vocês concordam com as coisas que ela falou?	Encorajar a tomada de posicionamento.	Suporte
44	Turma	Sim		
45	Daniel	Sim? E não discorda de nada? Se cair na prova vocês vão colocar o que ela falou	Encorajar a tomada de posicionamento.	Suporte
46	Turma	Não		
47	Aluno 8	Lembra da aula do Guilherme?		
48	Daniel	Essa aula de que? Geografia?		
49	Aluno 8	É		
50	Daniel	Ah, tá!		
51	Aluna 8	É porque ele falou disso, só que eu não vou lembrar.		
52	Daniel	Alguém lembra? Alguma coisa assim? Não? Tá bom. Vocês falaram muito da presença que...da... de ...da área arborizada, das matas, por que isso influencia?	Solicitar a apresentação de justificativa ou explicação.	Processo

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
53	Aluno 10	Eu acho que é questão da umidade do ar.		
54	Daniel	Umidade do ar? E por que isso influencia? A umidade.	Solicitar esclarecimentos sobre um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, uma refutação, uma explicação ou afirmativa do aluno.	Processo
55	Aluno 10	Ah, sei lá quando é mais úmido é mais (inaudível). Quando tem menos umidade no ar fica mais seco, mais calor...		
56	Daniel	O que vocês acham? Faz sentido essa ideia? Por quê? Alguém consegue completar a ideia do colega?	<p>Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.</p> <p>Encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega.</p> <p>Solicitar a apresentação de justificativa ou explicação.</p>	<p>Suporte</p> <p>Processo</p> <p>Processo</p>
57	Aluno 2	Olha, eu também não faço ideia, isso tá certo, somente uma coisa que eu acredito que seja. Eu já ouvi falar que as árvores elas são (inaudível) e por causa desse motivo eu acredito que as áreas de mata também têm a presença de terra, têm a presença de todo o ecossistema eu acredito que além de elas manterem a umidade, elas mesmas têm uma umidade. Então, acredito que perto de lugares que tenham matas acaba sendo um pouco mais refrescante.		

Fonte: Autores (2024)

No Quadro 5, percebemos que Daniel manifestou ações de Suporte e Processo. As ações de Suporte foram manifestadas do turno de fala 24 a 45, totalizando 9 ocorrências, e as ações de Processo do turno 52 a 57, sendo manifestadas 4 vezes. Vemos assim, que as ações de Suporte foram predominantes neste momento da aula. A maioria dessas ações foram usadas no encorajamento da manifestação de hipóteses por parte dos estudantes e no estímulo para eles se posicionarem frente as respostas dos seus pares. Percebemos isso desde o início do trecho (Quadro 5, turno 24), quando Daniel aproveitou a resposta do aluno 1 sobre a quantidade de carros para conduzir a discussão para a poluição. Nesse momento, ele solicitou a elaboração de hipóteses sobre a relação da poluição com a temperatura e encorajou os alunos a avaliarem a ideia sobre a quantidade de mata apresentada pelo aluno 4, buscando a troca de ideias entre eles. Além disso, ele deu espaço para os alunos compartilharem outras ideias em relação a discussão sobre a diferença de temperatura. A predominância de ações de Suporte no início do Quadro 5 é coerente com a abordagem dialógica que ele sinalizou que gostaria de usar no questionário sobre o planejamento (Quadro 2), uma vez que ele ainda estava criando as condições para um ambiente favorável as interações argumentativas, assim como para a participação dos estudantes.

Além disso, vemos nesse trecho (Quadro 5), dos turnos 23 a 33, uma movimentação de Daniel no sentido de direcionar a discussão para os fatores (poluição e arborização). Daniel iniciou a conversa mencionando que o aluno 1 havia apontado a presença de muitos carros na Abilio Machado e perguntou à turma se eles acreditavam que isso tinha relação com a temperatura, sugerindo que a poluição poderia ser um fator. A turma respondeu de forma pouco audível, mas pareceu sinalizar que poderia influenciar, pois Daniel reforçou essa afirmativa e pediu que explicassem melhor. Um aluno destacou que a região onde estavam era mais fria devido à grande quantidade de mata, e Daniel confirmou a observação, perguntando se a turma concordava. Todos afirmaram que sim, mostrando consenso. A movimentação de Daniel para discutir fatores como poluição e arborização estava relacionada ao seu objetivo de ensino (Quadro 6)

**Quadro 6:** Resposta para a questão presente no questionário sobre o planejamento: “O que você objetiva que os alunos aprendam sobre esse tópico de conteúdo? Por que é importante que os alunos saibam disso em relação a este tópico de conteúdo?”.

<p><u>Em relação ao conteúdo, eu objetivo que os alunos saibam identificar os fatores que causam esses fenômenos urbanos. Basicamente é isso, saibam apontar quais são os fatores, mas não necessariamente saber os motivos fundamentais. Vou dar um exemplo, eles não precisam saber que o carbono vai absorver na região do infravermelho, ou seja, vai absorver o calor ali e manter ele por causa da vibração, porque ele tem uma vibração simétrica e isso não é uma</u></p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

coisa que eles precisam saber, mas eles precisam saber que, pelo fato de ter mais carbono na atmosfera e para ele absorver, isso vai fazer com que o calor fique ali e forme essa ilha de calor. Na verdade, que a temperatura aumente fique tendo essas trocas de energia que não permitem com que a energia escape do sistema e causa esse acúmulo. Então é isso, que eles consigam identificar esses fatores, o fator dos gases, o fator da verticalização também, porque a gente vai ter que visitar outros fatores também que contribuem, porque nada disso vem só de uma causa.

Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

Nesta resposta (Quadro 6), Daniel expressou ter domínio sobre os conhecimentos científicos relacionados ao tema das ilhas de calor, externalizando assim seu conhecimento de tópico de conteúdo. Entretanto, ele ressaltou que o objetivo não era trabalhar eles em específico, mas sim, discutir os fatores de forma mais superficial, o que retrata seu objetivo em relação a aprendizagem dos alunos (Quadro 7).

**Quadro 7:** Resposta para a questão presente no questionário sobre o planejamento: “O que você objetiva que os alunos aprendam sobre esse tópico de conteúdo? Por que é importante que os alunos saibam disso em relação a este tópico de conteúdo?”.

Acho que eu falei isso anteriormente no que eu não vou ensinar para os alunos, mas entrar nas explicações fundamentais dos fenômenos, por exemplo, explicar que a vibração simétrica do CO<sub>2</sub>, que tem uma frequência específica, que tem uma ressonância com o comprimento de onda do infravermelho, causa essa absorção e esse retorno da radiação para a Terra, que causa um acúmulo de energia e que disso causa uma concentração de calor no espaço, que é a ilha de calor. Entrar nesse ponto fundamental não vale a pena porque eles não...é...nem precisam trabalhar isso de verdade e porque não faz sentido para o mundo deles. Faz muito mais sentido eles entenderem é...um aspecto mais macroscópico da questão, entender mais sobre como que a causa e a consequência estão dadas ali...tipo gases poluentes e o acúmulo de energia. É muito mais importante ter essa ideia do que entender sobre vibrações sobre esses fenômenos da teoria de orbital molecular porque não faz parte do escopo de conteúdos que eles têm que estudar. Então eu acho que é isso, não vale a pena entrar muito na teoria, porque o que eles precisam ver mesmo são os fenômenos e o porquê dos fenômenos, mas não os fundamentos.

Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

Em sua fala (Quadro 7), Daniel destacou sua crença de que ensinar o conteúdo de forma mais aprofundada não seria produtivo para os alunos, pois acreditava que esse nível de entendimento não fazia sentido para eles. Essa percepção guiou suas escolhas de ensino, mostrando que, para ele, era mais importante que os estudantes compreendessem aspectos mais próximos de sua realidade do que conceitos teóricos complexos. Essa crença se relaciona, de forma indireta, com o que é previsto nos documentos curriculares, como o Currículo de

Referência de Minas Gerais<sup>10</sup> (CRMG) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), mas o que se sobressai é a maneira como Daniel interpreta as necessidades dos estudantes e ajusta sua prática com base nessa avaliação. Seu conhecimento sobre os conteúdos escolares pode ter sido desenvolvido durante o curso de licenciatura, mas suas decisões em sala se mostraram mais ancoradas na avaliação do que, em sua percepção, fazia sentido para os alunos naquele contexto.

Essa orientação é perceptível nos turnos 23 a 33 (Quadro 5), quando Daniel iniciou uma discussão a partir da fala do aluno 1 sobre a presença de muitos carros na Abílio Machado, perguntando se os estudantes acreditavam que a poluição poderia influenciar a temperatura local. Da mesma forma, ao confirmar a observação do aluno 4 sobre a relação entre áreas arborizadas e temperaturas mais amenas, Daniel novamente direcionou o debate para fatores mais acessíveis à experiência dos alunos, como poluição e cobertura vegetal (Quadro 6).

Assim, embora seu conhecimento curricular possa ter servido de base, é sua crença sobre o que é significativo para a aprendizagem dos estudantes que se apresenta como principal filtro para suas decisões pedagógicas. A fala grifada no Quadro 7 evidencia esse movimento: ao afirmar que discutir os fundamentos teóricos não valeria a pena, Daniel revela sua aposta no trabalho com aspectos mais macroscópicos do fenômeno, por acreditar que isso seria mais relevante para aqueles alunos. Dessa forma, vemos que estas respostas são uma manifestação do seu pPCK em seu ePCKp, porque sua escolha sobre o que discutir com os alunos pode estar partindo do seu conhecimento curricular e/ou de sua crença sobre aprendizagem, especificamente sobre o que é importante que aqueles determinados alunos aprendam sobre o tópico específico, agindo como filtro para suas ações em sala de aula.

Ainda sobre o direcionamento de Daniel, percebemos que a partir do turno de fala 35 ele resgatou a problemática do início da aula (Quadro 1) sobre a diferença de temperatura em diferentes pontos de BH, com a intenção de conduzir a discussão em direção às hipóteses que ele esperava (Quadro 8).

---

<sup>10</sup> No Currículo de Referência de Minas Gerais, o estudo dos gases e das reações de combustão é abordado principalmente nas disciplinas de Ciências e Química, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. O currículo prioriza o desenvolvimento de competências voltadas para a compreensão das transformações químicas, como a combustão, e seu impacto no meio ambiente, como a liberação de gases poluentes. No Ensino Fundamental, os alunos aprendem sobre os gases que compõem a atmosfera e os efeitos da poluição, enquanto no Ensino Médio, a abordagem é mais detalhada, incluindo o estudo das reações de combustão, além de destacar o papel dos gases resultantes, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e outros produtos que contribuem para o aquecimento global e problemas ambientais. Além disso, é dado enfoque ao uso de combustíveis fósseis e alternativas energéticas sustentáveis, estimulando uma reflexão crítica sobre o uso desses recursos e seu impacto na sustentabilidade (MINAS GERAIS, 2018).

**Quadro 8:** Trecho da resposta para a questão presente no questionário pré-aula “Como você idealizou a aula de hoje?”.

A expectativa, o que eu idealizei para a aula 1, é que emergja a hipótese dos alunos, os gases dos carros e a fumaça e a falta de arborização seja pelo menos dois fatores, as duas causas dessas regiões de calor, que até o momento eles não vão pensar em ilha de calor a não ser que surja deles mesmos. E aí, a partir disso, seja eles trazendo a questão da arborização ou a questão dos gases vindo dos carros

Fonte: Autores (2024)

Esse direcionamento estava relacionado às hipóteses que ele esperava que surgissem (Quadro 8), à necessidade do aparecimento dos fatores certos para a aula progredir para o experimento (Quadro 9) e aos imprevistos que ele pensou que poderiam surgir durante a aula (Quadro 9).

**Quadro 9:** Trecho da resposta para a questão presente no questionário pré-aula “Quais problemas ou imprevistos você acha que podem surgir na aplicação de hoje?”.

Dois imprevistos que eu pensei que podem acontecer são: um, os alunos não engajarem, os alunos estarem com sono, cansados; e outro, é os alunos não chegarem na aula 1 na hipótese que envolva os gases, que envolva o CO<sub>2</sub>, que envolva o monóxido de carbono, que envolva é... oxigênio mesmo, também né, equilíbrio de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> no ar, né? O que faz toda... que vai fazer toda a diferença, né? Pra dinâmica, porque a gente depende dessa resposta pra fazer a aula 2, experimento ter sentido pra eles se caso eles não associarem isso na medida que a aula 1 for passando, eu vou ter que cada vez ir direcionando mais, pra que eles falem desses fatores. Mas eu acredito que pode ser que eles... Existem chances altas deles falarem, porque eu acho que é um tópico bem acessível.

Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

Daniel salientou que pretendia direcionar a discussão para o aparecimento das hipóteses que envolviam os gases poluentes, caso isso não surgisse naturalmente na fala dos alunos (Quadro 9). Percebemos isso a partir do trecho 35, no qual Daniel aproveitou a fala de um estudante (... *a temperatura fica mais ou menos igual* ...) para retomar a questão inicial da aula (*Vocês acham que em BH a temperatura é igual em todos os lugares?*) em uma tentativa de fomentar o aparecimento de mais hipóteses para a questão problema. E após aparecer hipóteses (regiões mais altas e mais baixas) que provavelmente não iriam contribuir para a discussão que ele gostaria de promover, ele retomou (*Vocês falaram muito da presença que...da... de ...da área arborizada, das matas, por que isso influencia?*) o fator da arborização, que foi um dos fatores que ele esperava desenvolver (Quadro 8).

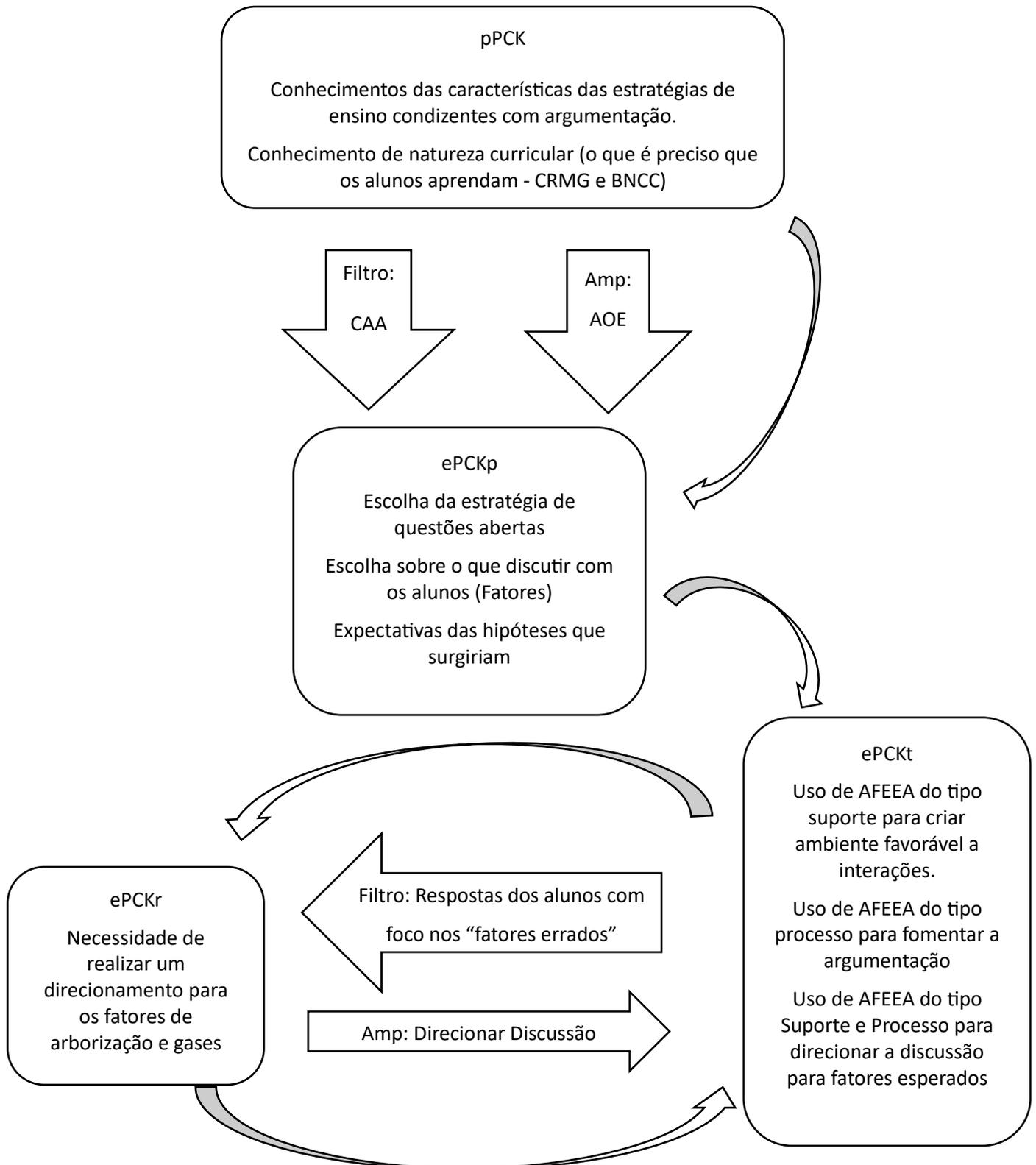
Esse movimento de Daniel em ignorar ou aproveitar as falas dos estudantes indica a influência dos resultados dos alunos no seu ePCKt. Uma vez que, as respostas apresentadas pelos alunos agiram como filtros para o que ele pretendia fazer, de forma que ele não pudesse

conduzir a discussão a partir do que eles falaram e precisou retomar a evidência de arborização apresentada antes. Ademais, como a aula 1 e 2 foram planejadas com o objetivo de discutir o efeito dos gases na variação de temperatura (Quadro 6), Daniel estava seguindo uma orientação pautada em seu planejamento na sua condução da discussão para esses fatores. Podemos pensar esse movimento como a interação entre seu ePCKp e ePCKt.

No turno de fala 52 (Quadro 5), Daniel começou a usar ações categorizadas como Processo. Essas ações têm o objetivo de fomentar o envolvimento dos alunos no processo de argumentar, em termos de: (i) justificar ou avaliar afirmativas de conhecimento à luz das evidências disponíveis; ou, (ii) persuadir uma audiência, o que envolve a manifestação de argumentos, contra-argumentos, teorias alternativas e refutações (Ibraim; Justi, 2022). O início da manifestação das ações de Processo por parte do Daniel indica que além de criar um ambiente favorável às interações e trocas, consistente com a abordagem dialógica e interativa que escolheu, ele se preocupou em instigar a argumentação, ou seja, ele buscou a manifestação de justificativas para as afirmativas que os alunos estavam propondo frente o problema em discussão, indicando a intenção dele de promover a argumentação, o que mostra que a argumentação estava orientando sua ação em sala de aula (ePCKt). Isso fica explícito, quando Daniel fez perguntas direcionadas a instigar os alunos a justificarem suas hipóteses (*E por que isso influencia? A umidade*) e a avaliar ideias de seus pares (*Faz sentido essa ideia? Por quê?*).

Todas as articulações entre pPCK e ePCK discutidas em relação ao segundo trecho (Quadro 5) deste episódio estão representadas na Figura 3.

**Figura 3:** Esquema da articulação entre pPCK e ePCK do segundo trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses”



Fonte: Autores (2024)

Na Figura 3 temos a síntese dos movimentos do raciocínio pedagógico de Daniel durante todo o trecho do Quadro 5. O processo inicia-se com os conhecimentos de Daniel relacionados a argumentação e ao currículo em seu pPCK. Daniel possuía entendimento das características das estratégias de ensino condizentes com argumentação e do que é preciso ensinar aos alunos de acordo com os currículos vigentes. Esses conhecimentos influenciaram seu planejamento (ePCK<sub>p</sub>) e sua ação em sala de aula (ePCK<sub>t</sub>): o primeiro amplificando sua escolha da estratégia e, o segundo filtrando o que ele discutiria com os alunos. Outros elementos que amplificaram ou filtraram suas escolhas foram a argumentação e sua crença. A argumentação, que atuava como orientação de ensino (AOE), amplificou seu planejamento do uso da estratégia de questões abertas para tentar instigar as interações dos alunos e a criar um ambiente propício a argumentação, além da sua crença sobre o que os alunos deveriam aprender (Crença sobre Aprendizagem do Aluno - CAA) que filtrou sua escolha sobre o que discutir com os alunos. Seu planejamento foi posto em prática a partir de sua ação em sala de aula (ePCK<sub>t</sub>), ao criar um ambiente favorável a interações a partir de perguntas direcionadas a estimularem a participação dos alunos (AFEEA de Suporte) e a fomentar a argumentação (AFEEA de Processo). No entanto, as respostas com os “fatores errados” dos estudantes atuaram como um filtro, levando Daniel a refletir (ePCK<sub>r</sub>) durante a aula sobre a necessidade de realizar um direcionamento da discussão para os fatores de arborização e gases. Essa reflexão, por sua vez, amplificou sua ação de guiar a discussão por meio de perguntas direcionadas (ePCK<sub>t</sub> – AFEEA de Suporte e Processo), fazendo os estudantes resgatarem os “fatores corretos”.

No último trecho desse episódio, dando prosseguimento à aula, Daniel focalizou sua ação na discussão dos fatores ligados aos gases na construção da argumentação (Quadro 10).

**Quadro 10:** Terceiro trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses”

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
58	Aluno 11	Um ar mais puro.		
59	Daniel	Um ar mais puro.  Um ar mais puro. O que que é o ar mais puro?	Solicitar esclarecimentos sobre um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, uma refutação, uma explicação ou afirmativa do aluno.	Processo
60	Aluno 12	Com menos produção de... Aí gente, eu não sei		
61	Daniel	Você não gostou de falar o ar mais puro, né?		
62	Aluno 13	Porque na cidade... Igual o centro é muito mais poluído tem muito movimento lá, tem muito carro que passa e eu acho que assim, o centro é um lugar que pra mim tem um ar mais poluído mais... Bom eu acho que igual quando a gente vai no interior o ar é bem diferente da cidade, porque no interior já não tem tanto carro assim, já não tem tanto movimento, já é mais tipo mais mato do que casa, mais mato do que sítio, mais mato do que roça, aí eu acho que a floresta assim a natureza, as árvores influencia muito sim.		
63	Daniel	Vocês conseguem pensar nessa pergunta que eu fiz pra colega aqui? Vocês também... que que é o ar mais puro?	Formular questão a partir de ideia do aluno, ou retomar tal ideia, com o intuito de envolver outros alunos na discussão.	Suporte
64	Aluno 14	É um ar que contém mais oxigênio que carbono.		
65	Daniel	Contém mais oxigênio que carbono.		
66	Aluno 14	(inaudível)... não conseguem fazer a fotossíntese delas.... (inaudível) aí o ar fica mais puro...		
67	Daniel	E aí como é que acontece essa.... Você falou da fotossíntese né... Como é que acontece a fotossíntese? O que é que precisa?	Solicitar esclarecimentos sobre um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, uma refutação, uma	Processo

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
			explicação ou afirmativa do aluno.	
68	Aluno 14	A planta pega água, gás carbônico e transforma em oxigênio.		
69	Daniel	Água mais gás carbônico e transforma em oxigênio, né? E pra onde vai esse carbono?	Solicitar esclarecimentos sobre um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, uma refutação, uma explicação ou afirmativa do aluno.	Processo
70	Aluno 14	Como é que é?		
71	Daniel	Pra onde vai esse carbono?	Solicitar esclarecimentos sobre um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, uma refutação, uma explicação ou afirmativa do aluno.	Processo
72	Aluno 14	Pra dentro da planta		
73	Daniel	Ah, pra dentro da planta. Vocês acham que isso tem a ver com essa variação da temperatura nos lugares aqui? Sim? Todo mundo concorda?  De novo, posso colocar na prova vocês podem escrever lá sem...	Encorajar a tomada de posicionamento	Suporte
74	Aluno 15	não, não		
75	Daniel	não, tem outras coisas, né? Tem outras coisas?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte
76	Aluno 15	Tem, mas eu não vou lembrar direito....é sol, é sais minerais... Aí tem o sol....É um sol bom... eu acho que tem sais minerais.... Aí ela pega um (inaudível)... ela vai e absorve outro...		

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
77	Daniel	Aí o que que é então, só pra lembrar o que é o ar puro mesmo? O que vocês falaram assim...	Solicitar a apresentação de uma evidência (oriunda de dados, observações ou informações).	Processo
78	Aluno 15	É o que tem mais oxigênio.		
79	Daniel	O que tem mais oxigênio. E o contrário?	Solicitar a apresentação de uma evidência (oriunda de dados, observações ou informações).	Processo
80	Aluno 14	O ar com mais gás carbônico.		
81	Daniel	E é o poluído?	Solicitar a apresentação de uma evidência (oriunda de dados, observações ou informações).	Processo
82	Aluno 14	Isso		
83	Daniel	O com mais gás carbônico.  Vocês acham que é só isso que interfere nas temperaturas ou vocês já viram alguma coisa? Que mais?	Solicitar a apresentação de uma evidência (oriunda de dados, observações ou informações).  Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Processo  Suporte
84	Aluno 15	Tipo assim, eu acho que o ar mais poluído não é o ar que está com mais gás carbônico. Eu acho que ele é mais através de indústrias, motores de carro, eu acho que é isso que mais polui. Vamos supor a explicação dela do centro. Que ela falou tipo assim, é um local onde você não tem mato, é uma árvore ou outra, são poucas mesmas. Mas se você chegar lá e olhar de cima, você só vai ver indústria, indústria, indústria, indústria. Carro, carro, carro, carro, carro o tempo inteiro, é fumaça, é aquele caminhão. Então, tipo assim não é por questão de ela não conseguir realizar uma fotossíntese é que realmente não tem o suficiente para gerar essa leveza no ar, não tem o suficiente, pro tanto de indústria, é desproporcional. Agora aqui já tem bastante planta, porque não tem indústria próxima. Então aqui vai gerar um ar mais		

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
		fresco. Agora você vai numa roça, se você for de manhã, está sol, vai estarquentinho, vai estar aquele ar fresquinho. Agora chega à noite, ela já está bem fria. Todo mundo já de blusa de frio, exatamente por não ter indústrias e ser desproporcional. Ter mais árvores do que indústrias.		
85	Aluno 14	Eu acho que a gente pode dar exemplo a excursão que a gente fez pra Ouro Preto ano passado. Eu não vi uma indústria lá não faz calor, só de tarde assim por conta do próprio sol, de manhã faz muito frio, de noite faz muito frio. Lá ficava só a neblina e tinha muita mata.		
86	Daniel	Beleza. É, você acabou falando ali em alguns momentos de, do motor, da indústria, dos carros, né. E fumaça, né. Você acha que isso aí tem, é um, vocês acham que isso influencia?	Encorajar a tomada de posicionamento.	Suporte
87	Aluno 15	Muito.		
88	Daniel	Muito? Pouco?		
89	Aluno 14	Aí duas perguntinhas.		
90	Aluno 15	É a mesma coisa, vocês chegar no centro para ver o pôr do sol. A poluição é diferente. O céu ficar até laranja no centro, o céu fica todo laranja e roxo. Fica até linda, você tem uma foto. Agora chega aqui para você vê que está normal.		
91	Daniel	Foto bonita, né.		
92	Aluno 15	É, foto bonita. Vai lá, você vê. Nossa, a poluição é diferente.		
93	Daniel	É linda a poluição.		
94	Aluno 15	A poluição é para roxo.		
95	Daniel	Pois é, gente. Que tempos, né. Mas, vocês conseguem, vocês já falaram assim, né, sobre arborização, sobre a questão aí do ar, se está mais puro, né, está mais com oxigênio, ou mais poluído, com mais CO <sub>2</sub> . E o que vocês acham, assim, o que vocês conseguem pensar, então? Essa, tem conexão, então, ou não, com essa variação de temperatura? Por que que tem, então? O que você acha?	Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação.  Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Processo  Suporte

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
96	Aluno 2	É, eu queria dar mais uma sugestão, mas pode tá muito errado, mas foi algo que eu pensei, assim, eu também pensei que em alguns lugares a temperatura, ela pode ser um pouco mais elevada., porque Minas Gerais em si é uma região muito montanhosa. Então, eu acredito que também pode ter interferência de quanto a gente está acima do nível do mar. Então, eu tenho, eu pensei nisso aqui agora, não sei se você conhecia tanto nessa questão, mas foi um dos pontos que eu pensei.		
97	Aluno 16	Quando você falou de calor, eu lembrei de aquecimento global. E eu lembrei da camada de ozônio, que isso interfere, já que eles estão falando de fumaça e isso obstrui a camada de ozônio.		
98	Daniel	E você acha que tem alguma relação?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte
99	Aluno 16	Sim.		
100	Daniel	Com o ozônio? Como?	Solicitar esclarecimentos sobre um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, uma refutação, uma explicação ou uma afirmativa do aluno.	Processo
101	Aluno 16	Porque o calor fica contido. Os raios ultravioletas, eles rebatem na Terra e geram mais calor.		
102	Daniel	Vocês concordam com isso? Vocês acham que tem outra coisa a adicionar? ... Complementar?... Não? É, vocês acham que é isso mesmo? Que tem a ver então essa questão do... camada de ozônio... aquecimento global... pode falar, gente. Não se contenham...	Encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega.  Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação.	Processo  Processo

Turnos de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
103	Aluno 16	A posição geográfica interfere, né? A gente está no meio, na linha do Equador, praticamente. Não, a gente está ali na região tem um clima tropical.		
104	Daniel	Sim, mas é pensando na escala aqui de BH, né? Vamos supor. A gente observa essas variações, né? Na verdade, vocês observam? Ou vocês...	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte
105	Aluno 2	É só você passar um dia em BH, você já percebe. Tá um sol aí 5 minutos depois vai chover.		
106	Daniel	Desse jeito.		

Fonte: Autores (2024)

Nesse trecho (Quadro 10), percebemos que Daniel manifestou ações de Suporte e Processo de forma alternada e com predominância das ações de Processo. As ações do tema Suporte foram manifestadas em momentos em que ele queria encorajar os alunos a expressarem suas ideias e a tomarem uma posição, promovendo interações entre os alunos, o que é coerente com a abordagem dialógica que ele sinalizou que gostaria de usar no questionário sobre o planejamento (Quadro 2), uma vez que ele continuava criando/mantendo um ambiente favorável as interações argumentativas.

A predominância da manifestação das ações de Processo por parte do Daniel indica que além de se preocupar em manter um ambiente favorável as interações e trocas, ele focou suas ações no fomento da argumentação entre os alunos, ou seja, ele buscou a manifestação de justificativas para as afirmativas que os alunos estavam propondo frente o problema em discussão, indicando a intenção dele de promover a argumentação. Percebemos isso desde o início do diálogo apresentado no Quadro 10, quando Daniel retomou a ideia de "ar mais puro", mencionada pelo aluno 11, perguntando à turma o que seria um ar mais puro. Um aluno tentou responder dizendo que seria um ar com "menos produção de...", mas não conseguiu completar a ideia. Daniel, incentivou os alunos a pensarem no conceito. Em resposta, outro aluno explicou que o ar mais puro estava relacionado à ausência de poluição, destacando que o centro da cidade é mais poluído devido ao movimento intenso de carros e à falta de vegetação. Ele comparou o centro ao interior, dizendo que no interior há menos veículos, mais áreas verdes e, conseqüentemente, um ar mais puro. Ele atribuiu essa diferença às árvores e à natureza, que exercem grande influência.

Daniel incentivou a turma a pensar mais profundamente sobre a questão e perguntou novamente o que seria o "ar mais puro". Um aluno respondeu que é um ar com mais oxigênio do que carbono. Ele relacionou isso à fotossíntese, explicando que as plantas absorvem água e gás carbônico, transformando-os em oxigênio. Daniel questionou o destino do carbono absorvido pelas plantas e o aluno respondeu que ele é armazenado dentro da planta. Daniel, novamente, frisou a diferença entre o ar mais puro e poluído em relação a quantidade de gás carbônico e gás oxigênio. O licenciando, então, questionou a influência do ar puro na temperatura. Em contraposição, um aluno mencionou que não acreditava que o ar poluído era apenas uma questão de excesso de gás carbônico, mas que a poluição estava mais ligada à presença de indústrias, veículos e motores, como ocorre no centro da cidade. Ele argumentou que a falta de vegetação é desproporcional em relação à quantidade de poluição gerada, criando um ambiente menos fresco. Por outro lado, regiões arborizadas, como áreas rurais, equilibram

o clima, tornando o ar mais fresco e limpo. Ele deu exemplos de como as manhãs nessas regiões são quentes e agradáveis, mas as noites são bem frias.

Outro aluno trouxe um exemplo de uma excursão a Ouro Preto, destacando que, por não haver indústrias na cidade, o clima era mais frio, com neblina e vegetação abundante. Ele comentou que, mesmo durante o dia, o calor era apenas momentâneo e causado pelo sol, enquanto as manhãs e noites permaneciam frias. Em seguida, Daniel perguntou se os alunos acreditavam que a poluição das indústrias e carros influenciava a temperatura. A turma concordou, destacando que a poluição no centro da cidade até alterava a cor do céu, tornando-o laranja e roxo durante o pôr do sol. Um aluno comentou que, embora essas cores criassem fotos bonitas, eram consequência da poluição. A aula seguiu para a discussão de outros fatores relacionados as variações de temperatura, como diferenças de altitude e aquecimento global e, em todos os momentos, Daniel incentivava os alunos a justificarem suas ideias a partir de AFEEA do tipo Processo.

A partir desse resumo do diálogo presente no Quadro 10, podemos perceber que Daniel priorizou o uso das perguntas do tipo Processo para o direcionar a discussão para o aparecimento dos fatores que ele se propôs a explorar com os alunos (Quadro 6) e para estimular os estudantes a justificarem suas ideias, ou seja, construírem hipóteses coerentes. Isto mostra como a argumentação estava se estruturando durante a construção das ideias e é uma evidência que a argumentação estava orientando o ensino do tópico de conteúdo químico. Outra evidência é a ideia de Daniel sobre o uso das perguntas para instigar a argumentação (Quadro 11).

**Quadro 11:** Resposta para a pergunta presente no questionário sobre o planejamento “Que perguntas você considera importante fazer nestas estratégias de ensino?”

Basicamente, as duas perguntas mais importantes para esse tipo de estratégia que tenta fomentar uma discussão mais entre o aluno e menos a interação de um aluno perguntar sempre para o professor e o professor responder é focar nos porquês e nos como, né? É indagar um aluno com o porquê ou com o como de um fenômeno. Por que que naquela combustão, naquele caso ali, não teve fuligem, ou seja, não ficou preto, mas naquele outro caso, com as mesmas condições, só varia uma coisa, teve fuligem, ficou escuro, ficou preto. O porquê, né? E se o aluno falar o porquê e como esse processo acontece? Ou então, ah, por que que o CO<sub>2</sub> causa isso? Por que o CO<sub>2</sub> causa esse acúmulo de energia no espaço? E, nesse caso, o porquê o aluno poderia falar. O como, nesse caso, já não é tão esperado dele, porque, como já descrevi anteriormente, se trata de uma explicação mais complexa. Se trata de uma explicação sobre absorção de energia devido às vibrações moleculares. Isso é algo que não se espera do aluno. Contudo, pode ser interessante indagar de qualquer forma perguntas nesse sentido dos porquês e dos como desses processos que estão sendo estudados por eles. Então, eu acho que todas as perguntas que forem nesse sentido vão propiciar muito mais uma discussão entre eles, do que com o professor, porque se ficar a cargo do professor não fazer

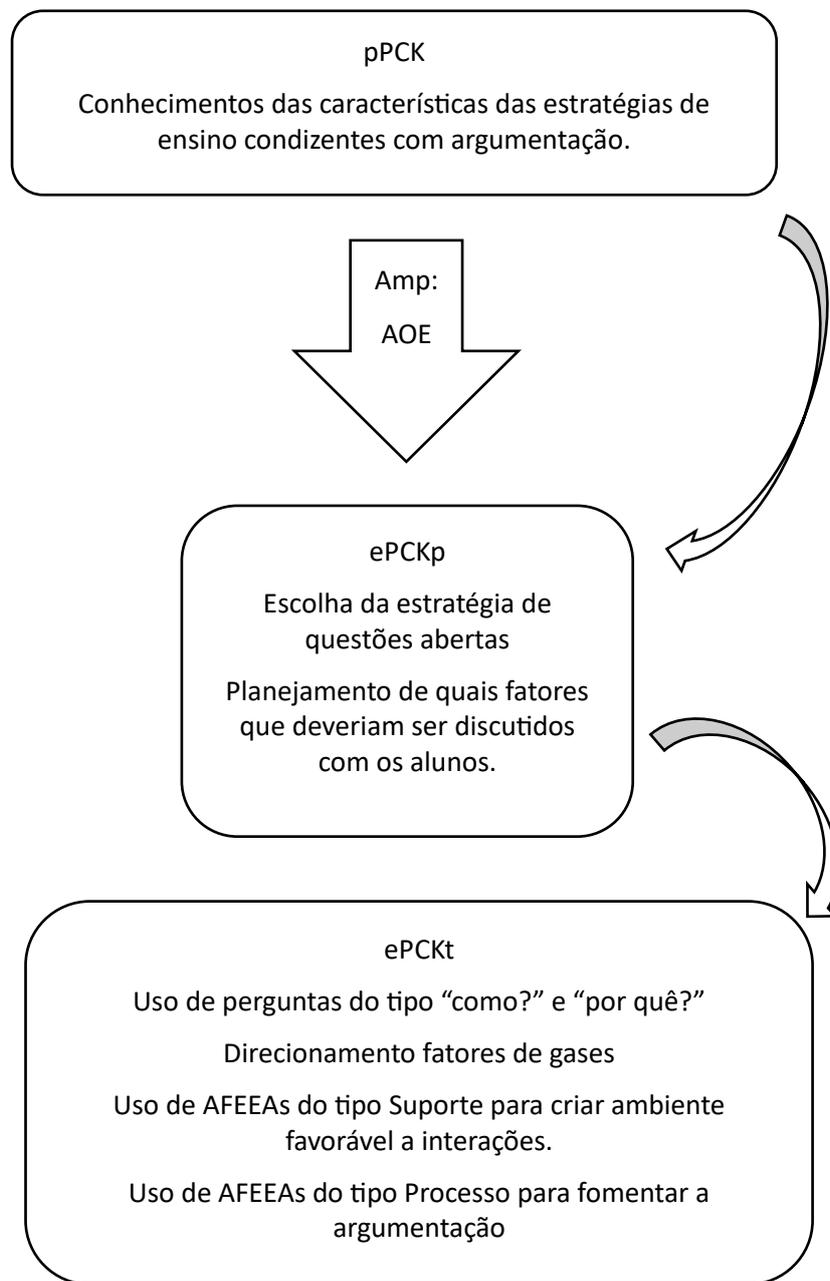
essas perguntas, tudo que vai restar vai ser o silêncio na sala de aula. Ou o professor explicando, e esse não é o objetivo.

Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

Em sua fala, Daniel expressou quais tipos de perguntas (primeiro grifo) seriam essenciais no uso de uma abordagem dialógica interativa (segundo grifo), abordagem escolhida por ele visando as interações que podem acontecer em uma sala de aula (Quadro 2). Podemos relacionar sua ideia sobre quais tipos de perguntas pretendia fazer na aula e como elas poderiam ajudar a alcançar seu objetivo em relação a promoção das interações e, conseqüentemente, a promoção da argumentação, ao seu conhecimento das características das estratégias de ensino que são condizentes com a argumentação, discutidos no primeiro trecho do episódio (Quadro 1). Assim, seus conhecimentos das características das estratégias de ensino que são condizentes com a argumentação, amplificaram a escolha da abordagem dialógica e interativa e, conseqüentemente, as ações (perguntas) realizadas em sala de aula. Percebemos exatamente isso durante todo o terceiro trecho do episódio (Quadro 10), no qual Daniel usou perguntas do tipo “como?” e “por quê?” para instigar as interações entre os alunos com o objetivo de a aula ter uma comunicação aberta e não ficar só no discurso do professor, propiciando assim um ambiente favorável a argumentação. Ou seja, aqui seus conhecimentos das características das estratégias de ensino, que são condizentes com a argumentação, relacionados ao seu pPCK, estavam agindo como amplificadores da sua prática em sala de aula, relacionado ao seu ePCKt.

Outro ponto que nos chamou a atenção foi a ênfase/direcionamento que Daniel buscou dar sobre a ideia de “ar mais puro”. Durante uma boa parte do terceiro trecho (Quadro 10), mais precisamente entre os turnos 58 a 83, ele questionou os alunos sobre a definição de ar mais puro e sua relação com as variações de temperatura. Podemos entender esse movimento como a expressão da sua intenção de direcionar a discussão (Quadro 9) para as hipóteses que envolvem os gases poluentes (Quadro 8) e sua influência nas variações de temperatura. Ademais, como a aula 1 e 2 foram planejadas com o objetivo de discutir o efeito dos gases na variação de temperatura (Quadro 6), na sua condução da discussão para esses fatores, Daniel estava seguindo uma orientação pautada em seu planejamento. Podemos pensar nesse movimento como a interação entre seu ePCKp e ePCKt. Todas as articulações entre pPCK e ePCK discutidas em relação ao terceiro trecho (Quadro 10) deste episódio estão representadas na Figura 4.

**Figura 4:** Esquema da articulação entre pPCK e ePCK do terceiro trecho do episódio “Levantamento de Hipóteses”



Fonte: Autores (2024)

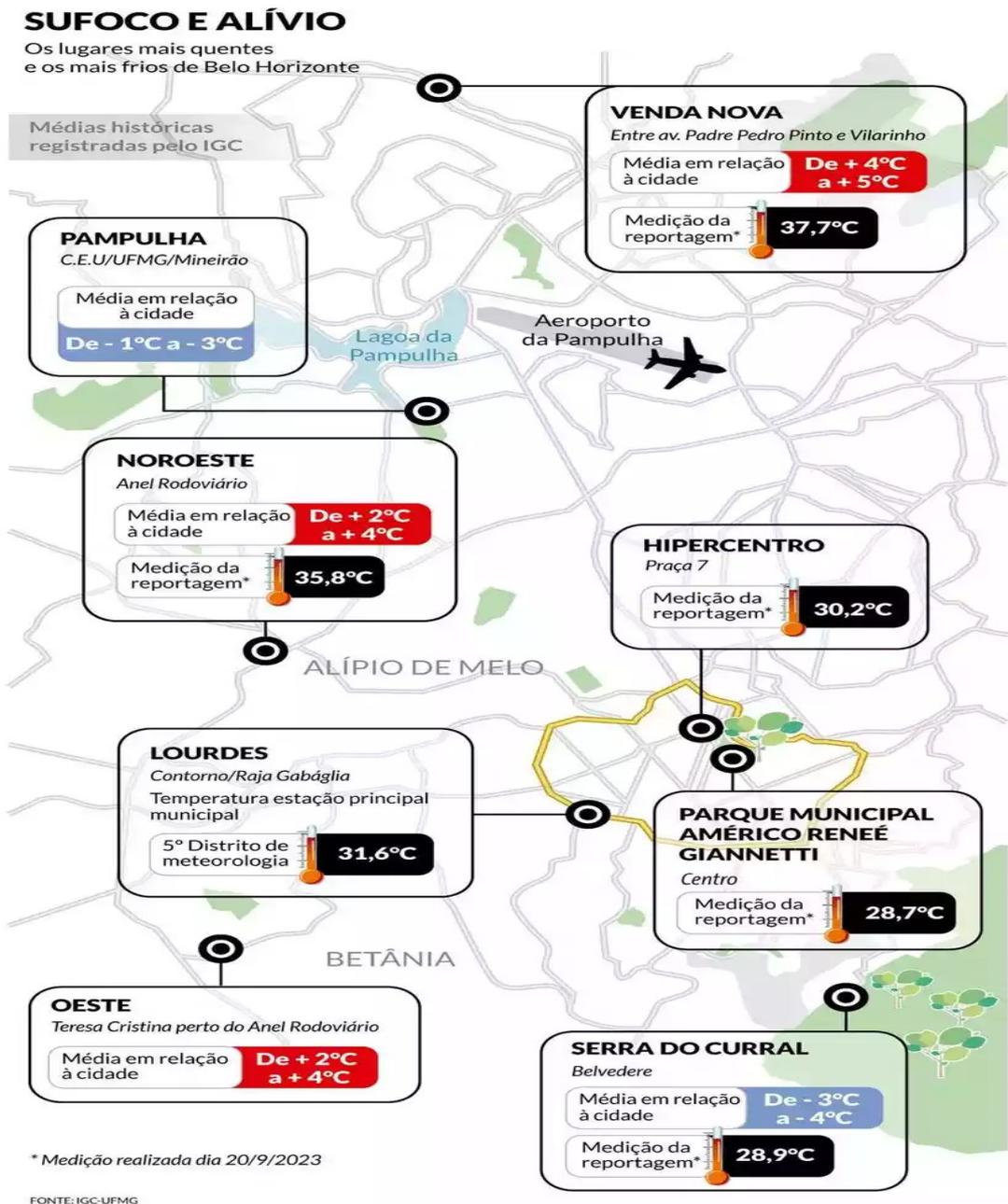
Na Figura 4, o processo inicia-se com o conhecimento de Daniel relacionado a argumentação. Daniel possuía entendimento das características das estratégias de ensino condizentes com argumentação e esse conhecimento influenciou seu planejamento (ePCKp) e sua ação em sala de aula (ePCKt), amplificando sua escolha da estratégia de ensino. Assim como a argumentação, que atuava como orientação de ensino (AOE), amplificando seu planejamento do uso da estratégia de questões abertas para tentar instigar as interações dos

alunos e a criação de um ambiente propício à argumentação. Seu planejamento foi posto em prática a partir de sua ação em sala de aula (ePCKt), ao criar um ambiente favorável a interações a partir de perguntas direcionadas (AFEEAs de Suporte) à estimularem a participação dos alunos e à fomentar a argumentação (AFEEAs de Processo). Além disso, Daniel tinha como planejamento (ePCKp) a discussão de fatores específicos para as causas das diferentes temperaturas, o que influenciou o direcionamento para a discussão desses fatores durante a aula (ePCKt).

## **5.2 Episódio 2: Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)**

Esse episódio iniciou-se imediatamente após os diálogos relacionados ao levantamento de hipóteses do episódio 1. Com a intenção de sair do campo das hipóteses e introduzir dados reais para discutir a problemática da diferença de temperatura em diferentes localidades de Belo Horizonte, por isso, consideramos um novo episódio, visto que houve uma mudança de objetivo. Daniel iniciou a discussão com uma anedota sobre uma amiga que se surpreendeu com a diferença de temperatura em dois locais diferentes em um curto espaço de tempo e resolveu procurar informações sobre o fenômeno, encontrando um mapa de Belo Horizonte com as temperaturas em diferentes zonas da cidade (Figura 5).

Figura 5: Mapa da Cidade de Belo Horizonte apresentado por Daniel



Fonte: IGC - UFMG

Daniel distribuiu esse mapa aos alunos com a intenção de discutir os dados presentes nele. Inicialmente, ele buscou fomentar as interações dos alunos por meio de questões que buscavam fazê-los conectar os dados do mapa com as hipóteses que foram levantadas no episódio 1. Ao notar que os alunos estavam com dificuldade de interpretar o mapa, Daniel começou a ajudá-los na leitura (Quadro 12).

**Quadro 12:** Primeiro trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”

Turno de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
106	Daniel	<p>Então, tem uma história de uma amiga minha, uma amiga da química também. Ela também dava aula aqui na região da Pampulha. Só que ela ficava muito assim, indo no centro também, por causa de trabalho. Teve um dia que foi muito... a gente estava conversando no WhatsApp. Ela estava no centro. Tipo assim, era umas nove da manhã lá. E ela estava sofrendo, morrendo de calor lá. Igual vocês mesmo descreveram. Suando, mormaço. Ai, nossa, minha pressão abaixou. Aí, perguntei, você está bem? Ela falou, tudo bem. Vou sobreviver. Peguei um Uber aqui para chegar a tempo ali na escola, para preparar a aula. E aí, ela chega aqui na Pampulha umas nove e meia, dez horas, né? E ela assusta, né? Não é um assusta assim. Claro que a gente já sabe, né? A gente já vive aqui. Mas ela fica assim, gente, como é possível, né? Cheguei aqui e está fresquinho, né?</p> <p>E aí, ela ficou assim, não, não é possível, assim, umas coisas dessas. Aí, ela foi e pesquisou na internet o porquê.</p> <p>Aí, né, ela achou uma coisa que eu vou passar para vocês, assim.</p> <p>Vou passar para vocês.</p> <p>Para vocês pensarem sobre essa questão. Tá bom?</p> <p>Aí, observem... Opa... Observem se isso aqui bate com as expectativas, né?</p> <p>Que vocês estão falando aqui, com tudo isso que vocês estão levantando. Vocês já viram isso antes, também?</p> <p>Sei lá, vai que vocês pesquisando aí na internet, se depararam com algo semelhante.</p>	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos	Suporte
Daniel distribuiu os mapas e esperou os alunos analisarem suas informações				
106	Daniel	<p>Gente, o que vocês acham? (inaudível).</p> <p>Quais são as suas impressões? Bate com o que vocês estavam falando. O que vocês disseram. Como?</p>	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos	Suporte
107	Aluna 2	A variação de temperatura do lugar.		
108	Daniel	A variação de.... Mas de qual lugar aqui? Tem um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito pontos.	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte

Turno de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
109	Aluna 2	Acho que todos.		
110	Daniel	Vamos lá. Vou fazer uma leitura aqui para vocês. A gente tem aqui dados de temperatura. Foram coletados aqui. Conseguem identificar onde era realizada essa coleta?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos	Suporte
111	Aluna 2	Você tá falando a fonte? UFMG.		
112	Daniel	A fonte UFMG aqui, né? Tem alguma informação a mais? IGC. Isso aqui é o Instituto de Geociências da UFMG. É, então, gente, o que vocês concluem aqui? O que vocês acham? O que vocês pensam sobre isso?... Confirma? É... É... Discorda do que vocês apresentaram já?	Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação  Encorajar a tomada de posicionamento	Processo  Suporte
113	Aluno 17	Eu confesso...(inaudível) dúvida...		
114	Daniel	Qual a dúvida?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos	Suporte
115	Aluna 17	É porque aqui está a medição de reportagem, só que na Pampulha aqui não está.		

Fonte: Autores (2024)

Neste trecho (Quadro 12), Daniel manifestou ações do tema Suporte, em três situações: (i) ao perguntar aos alunos se suas ideias sobre as causas da variação de temperatura em diferentes localidades estavam de acordo com os dados apresentados no mapa; (ii) ao questionar suas respostas quando não as compreendia; e, (iii) ao tentar realizar a leitura do mapa com eles. Essas ações indicam que, como no episódio 1, Daniel utilizou as perguntas como uma estratégia para encorajar os alunos a expressarem suas ideias e a promover a interação e a argumentação em sala de aula. A partir dessa estratégia, ele incentivou os estudantes a compartilharem hipóteses embasadas nos dados e a discuti-las coletivamente (Quadro 13). Assim, entendemos que Daniel possuía conhecimentos das características de estratégias de ensino condizentes com a argumentação e que, portanto, a argumentação foi adotada pelo licenciando como uma orientação, guiando o processo de ensino, para estimular a construção coletiva do conhecimento. Entretanto, a intencionalidade de Daniel de fomentar a participação dos alunos e a argumentação a partir da discussão das relações entre os dados do mapa e as hipóteses dos estudantes foi prejudicada ao perceber que eles não estavam interagindo por não conseguirem ler o mapa corretamente (turnos de fala 109 e 113).

No diálogo da sala de aula apresentado no Quadro 12, Daniel questionou os estudantes sobre suas impressões do mapa e se suas hipóteses foram confirmadas com os dados apresentados nele e recebeu como devolutiva apenas “a variação de temperatura do lugar”. Diante disso, Daniel percebeu que a resposta estava vaga e questionou novamente de qual lugar a aluna se referia, recebendo como resposta “acho que todos”. Percebendo que a resposta continuava vaga, ele informou que o mapa continha dados de temperatura e perguntou se eles conseguiam identificar os pontos do mapa que a coleta tinha sido realizada. A aluna, em dúvida, perguntou se o licenciando estava falando da fonte, que seria a UFMG. Com isso, o licenciando complementou com a informação que o Instituto de Geociências da UFMG realizou a coleta e era a fonte dos dados.

Dando sequência as interações, Daniel pediu conclusões sobre os dados e questionou se os resultados confirmavam ou discordavam do que os alunos discutiram no episódio 1. Um aluno, em dúvida, confessou que estava confuso com uma questão específica. Daniel o incentivou a compartilhar sua dúvida, e o aluno mencionou que a medição da Pampulha não aparecia no mapa, lugar que foi um dos focos das hipóteses e da anedota contada por Daniel no momento da discussão. Esse conjunto de respostas vagas e confusas, forçou o licenciando a voltar atrás em sua ação de discutir as relações das hipóteses com os dados, e seguindo com a

leitura do mapa com os estudantes, favorecendo dessa forma o entendimento dos dados primeiro para, depois, conseguir retomar seu objetivo em relação as hipóteses. Ou seja, nos turnos de fala 106 a 115 temos indícios do impacto dos resultados dos alunos em sua ação em sala de aula (ePCKt).

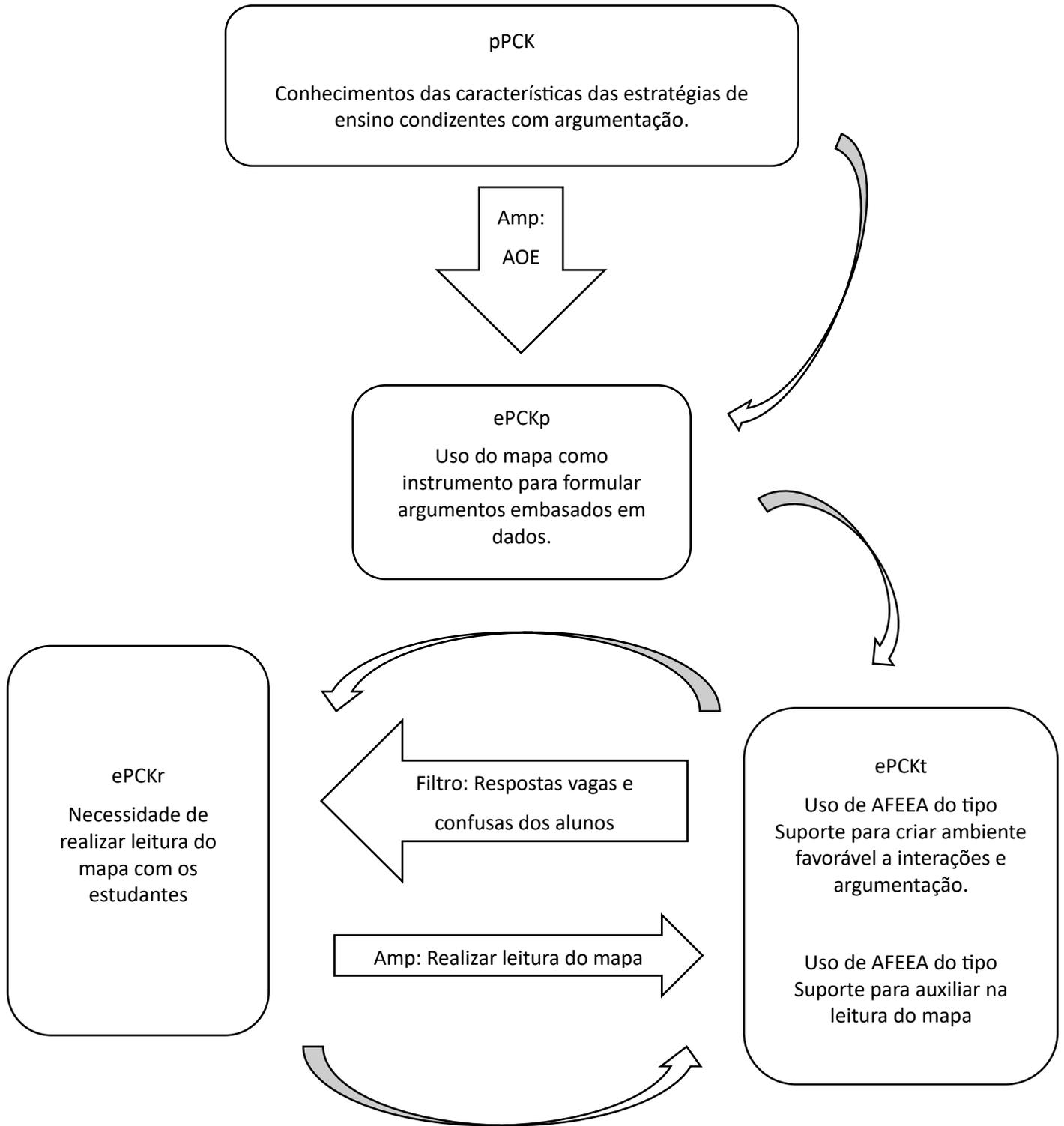
**Quadro 13:** Trecho da resposta para a pergunta presente no questionário pré-aula “Como você idealizou a aula de hoje?”.

Bom, como hoje serão duas aulas, eu vou falar de uma e depois da outra. Como a aula 1 vai acontecer no primeiro horário, eu imagino que os alunos vão estar com a atenção bem dispersa, bem... eles vão estar bem, como eu posso descrever, cansados, com sono mesmo. Então talvez seja um pouco difícil engajá-los na discussão nesse primeiro momento, mas de qualquer forma, eu imagino que alguns vão sim se engajar. Então, eu imaginei que a aula de hoje, nessa primeira aula, vai ser a pergunta, as duas perguntas principais, existem lugares que...você já sentiram que existem lugares mais quentes que outros? Será que todas as regiões de BH têm a mesma temperatura? E na medida que eles forem respondendo, na metade da aula eu vou apresentar a anedota, a historinha de uma colega hipotética que sentiu calor do centro e veio para a região da Pampulha sentir o frescor e aí eu vou entregar o mapa e, a partir desse mapa, vai ser para eles registrarem suas hipóteses e discutirem entre si (...).

Fonte: Autores (2024)

Diante do exposto (Quadro 13), percebemos que a argumentação foi adotada por Daniel como orientação para o ensino, sendo manifestada na sua intencionalidade de discutir a relação entre as hipóteses do episódio 1 com os dados presentes no mapa (ePCKp), assim como na sua ação de usar AFEEA do tipo Suporte para fomentar as interações e argumentação (ePCKt). Essa ação de fomentar as interações e argumentação se relaciona com seus conhecimentos das características das estratégias de ensino condizentes com a argumentação (pPCK). Além disso, observamos que essa intencionalidade de Daniel foi “interrompida” ao perceber que os alunos apresentaram respostas confusas e vagas (resultados dos alunos), forçando-o a refletir e a mudar sua ação (ePCKr), realizando a leitura do mapa com os estudantes (ePCKt). A Figura 6 representa visualmente essas articulações.

**Figura 6:** Esquema da articulação entre as esferas do ePCK do primeiro trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”



Fonte: Autores (2024)

A Figura 6 sintetiza os movimentos do raciocínio pedagógico de Daniel neste trecho (Quadro 12). O processo inicia-se com o seu conhecimento das características das estratégias de ensino condizentes com a argumentação presente em seu pPCK. Esse conhecimento

influenciou seu planejamento (ePCKp) e sua ação em sala de aula (ePCKt), amplificando sua escolha em usar o mapa como instrumento para fomentar a formulação de argumentos embasados em dados. Outro elemento que amplificou sua ação foi a argumentação, que atuava como orientação de ensino (AOE), guiando-o na ação de tentar instigar as interações dos alunos e a criar um ambiente propício a argumentação. O planejamento do uso do mapa direcionou a ação de Daniel em sala de aula (ePCKt), de forma que ele utilizou perguntas (AFEEA de Suporte) para fomentar interações e incentivar a construção de argumentos que relacionassem os dados do mapa às hipóteses dos alunos. No entanto, as respostas vagas dos estudantes atuaram como um filtro, levando Daniel a refletir (ePCKr) sobre a necessidade de ajustar sua estratégia. Essa reflexão, por sua vez, amplificou sua ação ao auxiliá-los na leitura do mapa por meio de perguntas direcionadas (ePCKt – AFEEA de Suporte).

Dando prosseguimento a aula, Daniel retomou o questionamento sobre a relação das hipóteses do episódio 1 com os dados apresentados no mapa, mas, dessa vez, seu foco estava na apresentação de evidências que corroborariam ou não as hipóteses (Quadro 14).

**Quadro 14:** Segundo trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”

Turno de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEAs	Tema
116	Daniel	Então... Aqui está falando, né, que tem alguns pontos do mapa que não está falando a medição da reportagem, está falando média. Em relação a cidade, né? Então, a gente pega aqui a cidade. Vocês podem considerar o... Média em relação à cidade, está falando a cidade toda. Mas pega o...a... Por exemplo, né? O hipercentro, que está intermediário, né? A temperatura intermediária não é a mais alta, né? Porque... Vamos começar, então, identificando os pontos. Quais são os pontos mais baixos, então, de temperatura?	Avaliar o processo argumentativo, um argumento ou uma afirmativa.	Processo
117	Aluno 17	Pampulha.		
118	Daniel	Pampulha		
119	Aluno 15	Serra do Curral		
120	Daniel	Serra do Curral		
121	Aluno 15	Parque Municipal.		
122	Daniel	Parque Municipal, Serra do Curral, né? O Parque Municipal está aqui. A Pampulha, né? Alguns lugares mais... Mais... Mais... E os mais acalorados, né?	Solicitar a apresentação de uma evidência (oriunda de dados, observações ou informações).	Processo
123	Aluno 15	Venda Nova.		
124	Daniel	Venda Nova.		
125	Aluno 15	O Noroeste.		
126	Daniel	O Noroeste. O Noroeste. Anel Rodoviário. Alguém mora em Venda Nova, aqui? não, né?		

Fonte: Autores (2024)

Nesse segundo trecho (Quadro 14), Daniel manifestou ações do tema Processo, principalmente, focadas na solicitação da apresentação de evidências oriundas dos dados do mapa. Nesse caso, Daniel explicou que alguns pontos no mapa não mostravam a medição exata da reportagem, mas sim uma média da cidade. Ele sugeriu que os alunos considerassem a média em relação à cidade inteira, porém observando variações locais, como o hipercentro, que apresentava uma temperatura intermediária, mas não a mais alta. Ele propôs, então, que os alunos começassem identificando os pontos com as temperaturas mais baixas, recebendo como devolutiva, pontos como Pampulha e Serra do Curral. Daniel concordou e acrescentou que o Parque Municipal e a Serra do Curral estavam entre os locais de menor temperatura. Ele destacou que a Pampulha, também era um desses pontos mais frescos.

Em seguida, ele perguntou sobre os locais mais quentes. Um aluno sugeriu Venda Nova, e Daniel confirmou, acrescentando o Noroeste e o Anel Rodoviário. Por fim, Daniel perguntou se alguém da turma morava em Venda Nova, mas ninguém respondeu afirmativamente. O movimento de Daniel de solicitar que os alunos identificassem os pontos de menor e maior temperatura apresentados no mapa, se relaciona ao seu objetivo em relação a argumentação (Quadro 15).

**Quadro 15:** Resposta para a questão presente no questionário relacionado ao planejamento: “O que você objetiva que os alunos aprendam sobre argumentação? Por que é importante que eles aprendam isso?”.

Em argumentação, eu objetivo que os alunos aprendam a distinguir e destacar a evidência num argumento, que é muito difícil até pra mim mesmo, durante a disciplina, entender o que que era em si a evidência. Muitas vezes, eu apontava a evidência como a justificativa, e na verdade, ela não é. Então, eu acho que se os alunos conseguirem, ao menos, começar a pensar o que é uma evidência e como identificar ela num contexto, eu acho que é muito rico pra experiência deles. Então, esse seria o objetivo. Agora, pra além, seria identificar a evidência num argumento, num contexto, num lugar. Em um mapa, em um dado, em alguma coisa assim, e identificar também a explicação ou o modelo, saber diferenciar o modelo da evidência, a explicação da evidência, porque no momento que eles conseguirem fazer essa distinção, destacar um do outro, eles conseguem relacionar um com o outro. Eu acho que é esse o movimento de relação entre evidência e explicação que vai ser construída através, seja de um modelo, seja de uma teoria, seja de uma hipótese, é o importante a se fazer, para se construir depois outras ideias que seriam, por exemplo, a qual que é, entre aspas, a força do argumento que no planejamento eu chamei de valor no sentido da validade daquilo que eu falo que é o argumento que tem coerência interna.

Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

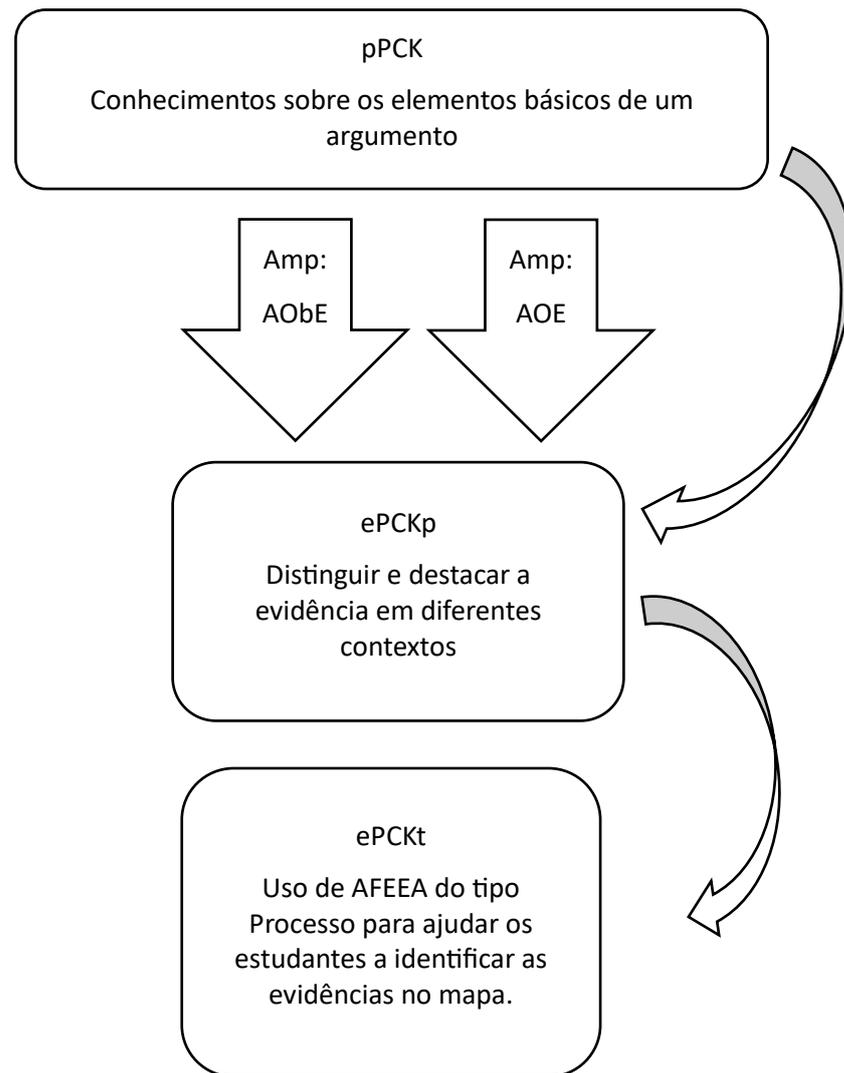
Em sua fala (Quadro 15), Daniel expressou seu objetivo de ensinar os alunos a distinguir entre evidência e justificativa dentro de um argumento, enfatizando que a evidência e a justificativa são diferentes, e que entender essa distinção é essencial para que os alunos possam

construir uma argumentação sólida e coerente. Ele considerou importante que os alunos conseguissem reconhecer a evidência em diversos contextos, fosse em um mapa, dado ou situação, e que compreendessem como conectá-la à explicação ou modelo que ela sustentava. Esse processo, em sua visão, era importante para avaliar a “força” ou validade de um argumento.

O objetivo do licenciando estava presente no segundo trecho do episódio (Quadro 14), de forma que Daniel orientou os alunos a analisarem diferentes pontos de temperatura no mapa, incentivando-os a identificar quais locais eram mais frescos ou mais quentes. Ao pedir que localizassem os pontos mais baixos e altos de temperatura (como a localização da Pampulha e Serra do Curral com temperaturas mais baixas, e Venda Nova com temperaturas mais altas), Daniel estava conduzindo os alunos a distinguir evidências a partir dos dados do mapa.

Diante do exposto por Daniel (Quadro 15), percebemos que ele tinha conhecimentos sobre os elementos básicos de um argumento (evidência e justificativa), algo que está posto no modelo de Ibraim e Justi (2016) e foi discutido na disciplina cursada por ele, podendo ser entendido como parte do seu pPCK. Além disso, seu objetivo de ajudar os alunos a distinguir evidência e justificativa, assim como identificar evidências em diversos contextos, indicava que Daniel tomava a argumentação, como um objeto de ensino, o que acabou por amplificar suas ações no planejamento (como apresentado em sua resposta no Quadro 15), representando seu ePCKp, e suas ações em sala de aula (como mostrado no Quadro 14), que diz respeito ao seu ePCKt. A argumentação, além de ser um objeto de ensino (AObE), também era uma orientação para o ensino (AOE), uma vez que seu planejamento como um todo foi permeado pelo objetivo de ensinar um tópico de conhecimento científico a partir da argumentação. A Figura 7 representa essas articulações do pPCK e ePCK, amplificadas pela orientação de ensino e objeto de ensino relacionado à argumentação.

**Figura 7:** Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK no segundo trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”



Fonte: Autores (2024)

Na Figura 7, temos a síntese dos movimentos do raciocínio pedagógico de Daniel durante todo o trecho do Quadro 14. O processo inicia-se com o conhecimento de Daniel relacionado a argumentação, representado em seu pPCK. Daniel possuía entendimento sobre os elementos básicos de um argumento (evidência, justificativa e conclusão). Este conhecimento e os amplificadores relacionados a argumentação como objeto de ensino (AObE) e orientação de ensino (AOE) influenciaram seu planejamento (ePCKp) e sua ação em sala de aula (ePCKt). Os dois amplificadores influenciaram seu ePCK, impulsionando seu planejamento no sentido de ajudar os estudantes a identificar as evidências no mapa e a distinguir justificativa de evidência. Seu planejamento foi posto em prática a partir de sua ação

em sala de aula (ePCKt), facilitando a identificação das evidências a partir de perguntas direcionadas (AFEEA de Processo).

Dando prosseguimento a aula, Daniel retomou o questionamento sobre a relação das hipóteses do episódio 1 com os dados apresentados no mapa, mas, dessa vez, seu foco estava na construção de argumentos que conectassem as evidências com as hipóteses propostas pelos estudantes anteriormente (Quadro 16).

**Quadro 16:** Terceiro trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”

Turno de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
126	Daniel	Então, gente. Vocês veem as expectativas, né? E as ideias que vocês têm. Vocês colocaram aqui pra gente, sendo confirmados ou... Ou não?	Encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega.	Processo
127	Aluno 15	Sim.		
128	Daniel	Sim? O que foi confirmado?	Encorajar a elaboração de um argumento ou afirmativa oral e/ou escrito(a)	Processo
129	Aluno 15	As regiões que tende a fazer mais frio são regiões que a gente vê que é bem mais alta, a Serra do Curral		
130	Aluno 14	Não estão certinhos o que a gente colocou, né? A Pampulha, o centro...		
131	Daniel	E a gente tem aqui o centro, né? Porque o centro não é.... O mais quente de todos.?	Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação	Processo
132	Aluno 14	Porque o anel rodoviário vai ganhar, ué!		
133	Daniel	Por quê?	Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação	Processo
134	Aluno 17	Tem um pouco de área verde.		
135	Daniel	Porque a gente tem pouco de área verde.		
136	Aluno 14	(inaudível) ... anel rodoviário.		
137	Daniel	Por quê?	Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação	Processo
138	Aluno 14	É onde mais tem ônibus, onde mais tem carro. É gente chegando o tempo inteiro, é gente saindo o tempo inteiro. Não para. O centro ainda vai dá uma baixada de noite o anel rodoviário não, a noite vamos supor ... seja a... mais fria do dia é onde mais tem movimento.		
139	Daniel	Onde tem mais movimentos, né?		
140	Aluno 14	E tem muita gente, então qualquer outro lugarzinho que você estiver ali vai estar quente.		

141	Daniel	E vocês acham aqui em Venda Nova, por exemplo, por que é tão quente assim também? A mesma coisa, por outra razão vocês viram onde que está o lugar aqui falando, né? No Noroeste é o anel rodoviário, Venda Nova é aonde?	Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação	Processo
142	Aluno 17	(inaudível)...		
143	Daniel	Oi?		
144	Aluno 17	Entre a Avenida Padre Pedro Pinto e a Vilarinho.		
145	Daniel	Entre a Padre Pedro Pinto e a Vilarinho, ou seja, entre duas avenidas principais ali da região.		
146	Aluno 17	(inaudível)		
147	Daniel	Oi?		
148	Aluno 17	Extremamente movimentadas.		
149	Daniel	Extremamente movimentadas. Então, gente, eu queria agora que vocês, né? Vocês já falaram, levantaram bastante informação, já falaram das suas experiências aqui e eu queria que vocês falassem, né? O que vocês acham, o que vocês concluem e que escrevessem aqui atrás mesmo da folha quais são suas principais hipóteses para os fenômenos mostrados no mapa, né? E, também, de acordo com o que a gente tem discutido aqui, né? E...Pensem no que vocês estão registrando e aqui, gente, outra coisa, tá? É... queria pedir pra vocês não consultarem o celular, né? Pesquisar, por exemplo, lá e ali porque senão vocês vão ter <i>Spoiler</i> , vai estragar a surpresa....Aí, escrevam essas suas principais hipóteses e depois a gente vai fazer uma comparação de grupos, a gente vai fazer uma investigação sobre o fenômeno, tá? Mas isso vai ficar pro próximo horário agora vocês vão descrever essas hipóteses e... pensem no que vocês falaram pensem no que os colegas levantaram também. Coloca aí quais vocês acham que são essas coisas que influenciam, né? Essas variáveis de temperatura. E daqui a	Solicitar a apresentação de uma evidência (oriunda de dados, observações ou informações).  Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação.  Encorajar a elaboração de um argumento subsequente (teoria alternativa, contra-argumento ou refutação) oral e/ou escrito.	Processo

	<p>pouco eu vou perguntar pra vocês de novo o que é que vocês colocaram, a gente vai colocar isso aqui pra discutir, tá bom?</p> <p>Ah, gente, é que... se possível é... tentem usar, é...as suas respostas, as suas descrições como base, né? No... também no mapa, né? Utilizando informações, os dados pra embasar mesmo.</p>		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Fonte: Autores (2024)

No Quadro 16, Daniel manifestou diversas ações do tema Processo (Ibraim; Justi, 2022) voltadas para a construção dos argumentos relacionados à problemática da diferença de temperatura em locais diferentes da mesma cidade, a partir dos dados apresentados no mapa e das hipóteses que os alunos haviam apresentado no episódio 1. Nestes turnos, Daniel começou perguntando aos alunos se as expectativas e ideias que haviam compartilhado estavam sendo confirmadas ou não pelos dados apresentados. Um aluno respondeu afirmativamente, destacando que as regiões que tendem a ser mais frias, como a Serra do Curral, são mais altas. Outro aluno acrescentou que a Pampulha e o Centro não estavam totalmente alinhados com suas expectativas iniciais.

Daniel questionou por que o Centro não era a região mais quente. Um aluno sugeriu que o Anel Rodoviário se tornava mais quente devido ao movimento constante, enquanto o Centro tinha uma leve redução de temperatura à noite. Outro aluno observou que o Centro possuía uma quantidade moderada de área verde, o que contribuía para essa diferença de temperatura. Daniel confirmou essa explicação e incentivou o aluno a explicar a situação do Anel Rodoviário, onde a alta circulação de pessoas e veículos mantinha a temperatura elevada mesmo durante a noite. Em seguida, Daniel perguntou por que Venda Nova também apresentava temperaturas elevadas. Um aluno explicou que a área entre as avenidas Padre Pedro Pinto e Vilarinho era extremamente movimentada, o que contribuía para o aumento de temperatura.

Daniel pediu aos alunos que escrevessem suas conclusões e principais hipóteses sobre os fenômenos mostrados no mapa, refletindo sobre as discussões que tiveram e as experiências compartilhadas. Ele pediu para que evitassem consultar os celulares, para que suas hipóteses fossem baseadas em suas observações e análises próprias, sem influências externas, o que se relaciona ao que foi apresentado no primeiro episódio sobre sua intencionalidade de valorizar as ideias dos alunos e criar um clima de confiança para a aprendizagem. Por fim, ele orientou os alunos a utilizarem o mapa e os dados apresentados como base para suas respostas, incentivando-os a fundamentarem suas descrições nas informações observadas, com o objetivo de embasar suas hipóteses e análises.

Nesse trecho, Daniel auxiliou os alunos a participarem e a construírem argumentos de forma coerente, um processo que ele mesmo considerava desafiador (Quadro 15). Ao pedir que os alunos confirmassem suas hipóteses e observassem evidências no mapa, ele buscou conduzi-los na atividade de estruturar argumentos baseados em dados, estimulando-os a identificar e validar suas conclusões. A cada etapa, ele fez perguntas que ajudavam a manter o foco,

impedindo que os alunos desviassem para temas não relacionados, algo que Daniel reconheceu como uma dificuldade na construção de uma argumentação clara e coerente (Quadro 17):

**Quadro 17:** Resposta para a questão “O que você considera difícil em relação ao processo argumentativo em sala de aula?” presente no questionário do planejamento

Eu acho que assim como a pergunta anterior, o que eu considero difícil, tendo em vista que eu ainda não fui lá e vi realmente se o que eu considero difícil vai se concretizar, vai ser estimular, vai ser o estímulo dos alunos a participar no processo argumentativo. Mas o que eu considero difícil para além disso que eu já falei, é a construção do argumento. Eu considero difícil isso, o argumento vai ser construído como? E, aí, pensar as partes, muitas vezes, me deixa confuso. Então, eu acho que é isso mesmo. Volta um pouco ao que eu já disse. Fazer um argumento ser coerente, como argumentar de forma a ser compreensível e mais, entre aspas, válido. Mas eu acho difícil isso. Adicionando mais essa resposta, eu quero dizer exatamente o que eu acho difícil em um processo argumentativo que não é um processo de, na verdade, não é só dar um argumento, é um processo de dar argumentos, de levantar vários elementos para isso. A dificuldade é como manter esse processo em andamento de forma coerente de forma a não puxar uma coisa que não tem nada a ver para cá, puxar uma outra coisa, como manter uma, digamos assim isso vai, claro, entrar na questão da retórica, que como você mantém de forma coerente seu discurso em questão da ordem das coisas que você está falando, de apresentar os argumentos de forma ordenada, ajuda a construir essa argumentação, o processo argumentativo, além também da questão da validade, para além da questão retórica e oratória, a questão da validade, da verdade do argumento, se as partes estão em concordância entre si. Eu acho que isso é essencial também e é difícil, é muito difícil. Eu não sei qual é o mais difícil, se é a questão da lógica, se o argumento, por exemplo, está fazendo sentido, está sendo coerente, ou se é da retórica. Se a oratória está correta, se a forma de ordenar as partes está correta.

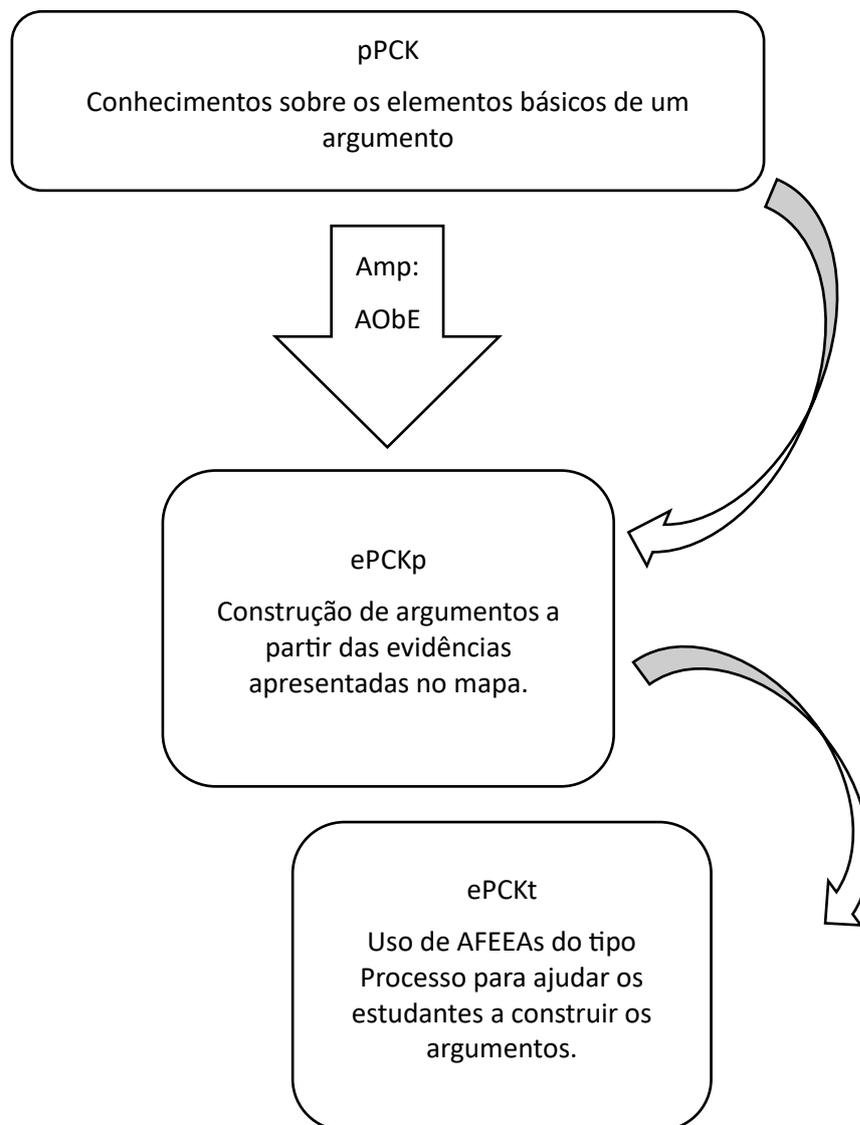
Fonte: Autores (2024)

Ao fazer perguntas com a intenção de ajudar os alunos a manter o foco, Daniel facilitou o processo de os alunos relacionarem as evidências (dados de temperatura nos diferentes pontos da cidade) com possíveis explicações que justificassem essas evidências, como a influência da localização geográfica e fatores ambientais na variação de temperatura. Essa prática de distinguir e conectar evidência à explicação, para que eles aprendessem a construir uma argumentação sólida, apoiada em dados observáveis e coerente com as hipóteses discutidas em aula pode ser relacionada novamente ao seu conhecimento sobre os elementos básicos de um argumento e ao objetivo em relação à argumentação (Quadro 15), ou seja, que os alunos conseguissem reconhecer a evidência em diversos contextos, seja em um mapa, dado ou situação, e que compreendessem como conectá-la à explicação ou modelo que ela sustenta, indicando assim, que a argumentação continuava sendo um objeto de ensino nesse trecho.

Diante do exposto, percebemos que seu conhecimento sobre os elementos básicos de um argumento (pPCK) e a argumentação como objeto de ensino (uso de dados para dar suporte ao posicionamento/construção de argumentos), influenciaram suas ações no planejamento

(como apresentado em sua resposta no Quadro 15), representando seu ePCKp, e suas ações em sala de aula (como mostrado no Quadro 16 – uso de AFEEA de Processo como movimentos para o ensino sobre a construção de argumentos ao discutir explicitamente sobre dados com os alunos), que diz respeito ao seu ePCKt. Logo, a argumentação como objeto de ensino amplificou a manifestação de seu ePCKp e ePCKt. A Figura 8 representa essas articulações entre pPCK e ePCK.

**Figura 8:** Esquema da articulação entre as esferas do ePCK no terceiro trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”



Fonte: Autores (2024)

Na Figura 8, temos a síntese dos movimentos do raciocínio pedagógico de Daniel durante todo o trecho do Quadro 16. O processo inicia-se com o conhecimento de Daniel relacionado à argumentação, representado em seu pPCK. Daniel possuía entendimento sobre

os elementos básicos de um argumento (evidência, justificativa e conclusão). Este conhecimento e o amplificador da argumentação como objeto de ensino (AObE) influenciaram seu planejamento (ePCKp) e sua ação em sala de aula (ePCKt). Daniel tinha como objeto de ensino a construção de argumentos a partir do uso dos dados do mapa como suporte para os posicionamentos dos alunos relacionados ao problema (diferença de temperatura em diferentes regiões da cidade) em discussão. Esse objetivo de ensino influenciou seu planejamento (ePCKp) de construir argumentos conectando os dados do mapa com as hipóteses dos alunos e, conseqüentemente, sua ação em sala de aula (ePCKt), ao facilitar a construção dos argumentos a partir de perguntas direcionadas (AFEEA de Processo) aos estudantes para fazê-los pensar em justificativas para as evidências apresentadas no mapa.

Dando seguimento ao episódio, Daniel conduziu a discussão com a turma incentivando os alunos a compartilharem suas ideias sobre as causas para a diferença de temperaturas observadas no mapa (Quadro 18):

**Quadro 18:** Quarto trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”

Turno de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
149	Daniel	Então, gente eu acho que a gente pode começar. Apresentar para vocês o que que vocês escreveram. Quem já está acabando, acho que agora não vai se influenciar do que o colega falar, já está terminando de escrever, então acho que pode começar. E aí, o que você escreveu? Pode falar, gente. Não fiquem com vergonha e tal.	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos	Suporte
150	Aluno 2	Eu particularmente coloquei que tem falado...acrescentei algumas coisas que achei necessário, acho que não fugiu muito do tema do que foi falado aqui não.		
151	Daniel	O que você acrescentou, por exemplo?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
152	Aluno 2	Ah, eu coloquei, no caso, em lugares que... não foi bem um acréscimo.... No caso, eu diria que foi mais uma área com maior movimentação de pessoas e então pensei que, por exemplo, em lugares como o centro, pela concentração ser muito grande de pessoas.... Então, eu talvez tenha pensado que, por ter uma quantidade menor de árvores, pela liberação dos gases dos carros, pela quantidade de pessoas que também estão ali em lugares misturados, eles ficam como numa sala.... fica muito abafada e se torna muito difícil de respirar. Então, como no centro é um lugar que tem bastante calor, muita movimentação de carros, poucas árvores, eu também pensei que isso poderia influenciar bastante, tanto que, por exemplo, na hora que você fala com sua amiga, ela está falando que está lá e ela fala que está abafada. Eu quase desmaiei, exatamente porque é mais difícil de respirar. Então, foi basicamente isso que eu acrescentei.		
153	Daniel	E aí, gente, quem mais?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos	Suporte
154	Aluno 14	Eu coloquei... (inaudível)... no mapa, que ele mostra que em regiões industriais, por exemplo, Venda nova, que está entre duas avenidas movimentadas, a temperatura é maior e chega a 37,7 graus Celsius. Já		

		em regiões mais arborizadas, como na Serra do Curral, a temperatura já é 28,9 graus Celsius. E isso pode ter a ver com o fato da região industrial produzir mais CO <sub>2</sub> dos carros, das indústrias, das pessoas. E em regiões arborizadas, esse CO <sub>2</sub> não é tão grande, por causa das árvores que convertem ele em oxigênio.		
155	Daniel	E aí, gente, quem mais? Manda aí. Muita gente escreveu muita coisa. Tem gente escrevendo também. Podem falar.	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos	Suporte
156	Aluno 15	Bom, uma coisa que eu acrescentei foi o que ela falou sobre as montanhas, que em lugares mais altos, a quantidade de umidade é maior, é mais concentrada. Então, o ambiente fica mais frio, mais fresco. Em lugares mais baixos, a quantidade de umidade é menor. Por causa que é mais calor, mais abafado.		
157	Daniel	Vamos lá. Quer falar? Não? Vocês aqui, gente (inaudível) Alguém escreveu mais alguma coisa? Vamos acrescentar. Vocês que estão... Queria que vocês falassem mais também.  Vocês acham que é só isso? Tudo se resume ao que foi falado aqui?  Não tem mais nada de novo?  Não tem nenhuma outra coisa que a gente está deixando escapar?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos  Encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega.  Encorajar a elaboração de um argumento ou afirmativa oral e/ou escrito(a).  Encorajar a elaboração de um argumento subsequente (teoria alternativa, contra-argumento ou refutação) oral e/ou escrito.	Suporte   Processo
158	Aluno 15	Ah, não. Com certeza tem. Eu acredito que tenha sim. Só não sei o que que é.		

159	Daniel	Nada de diferente? O que vocês acham? Alguém colocou alguma coisa diferente? Alguma coisa... talvez parecida, só que com... em outras palavras?	Encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega.	Processo
160	Aluno 14	Não, o que eu coloquei aqui... (inaudível)... interações são em termos de... de... de industrial e tal. Eu fui mais por ser... avenidas movimentadas, como... É... Padre... Pedro Pinto, a Vilarinho, por exemplo. E tem muito movimento de carro, ônibus, caminhão, etc... Produzem muito CO <sub>2</sub> por isso... pode...		
161	Daniel	Tá. Aham.		

Fonte: Autores (2024)

Nesse trecho, percebemos que Daniel manifestou ações de Suporte e Processo. As ações de Suporte foram manifestadas do turno de fala 149 a 157 e as ações de Processo do turno 157 a 161, vemos assim que as ações de Suporte foram predominantes nesse trecho, sendo manifestadas 5 vezes e as ações de Processo foram manifestadas 4 vezes. A maioria dessas ações foram usadas no encorajamento da manifestação de ideias por parte dos estudantes. Isto foi percebido desde o início do trecho quando Daniel iniciou a discussão incentivando os alunos a compartilharem suas ideias sobre as causas das variações de temperatura observadas no mapa. Além disso, ele propôs que os alunos explicassem o que escreveram e deixou claro que não havia problema em expressar suas opiniões, tranquilizando-os para que participassem sem receios. Após a resposta do aluno 2, que relacionou o impacto de áreas urbanas com alta concentração de pessoas e tráfego à geração de um ambiente abafado e de difícil respiração, Daniel prosseguiu no papel de mediador, buscando a participação de outros alunos ao fazer perguntas abertas, como “E aí, gente, quem mais?”.

Outro aluno participou apontando que regiões industriais têm temperaturas mais altas devido ao aumento da produção de CO<sub>2</sub>, enquanto regiões arborizadas, como a Serra do Curral, têm temperaturas mais baixas porque as árvores ajudam a converter o CO<sub>2</sub> em oxigênio. Daniel reforçou a interação ao encorajar mais alunos a falar, repetindo expressões de incentivo como “Manda aí” e “Podem falar”. Como resposta ao seu estímulo, um aluno acrescentou que regiões mais altas possuem maior umidade, o que torna o ambiente mais fresco, enquanto regiões mais baixas tendem a ser mais quentes e abafadas. Quando Daniel observou alguns alunos hesitantes, ele os incentivou novamente a compartilhar ideias e sugeriu que talvez houvesse algo novo que ainda não havia sido mencionado. Outro aluno concordou, dizendo que acreditava que sim, mas sem especificar o que poderia ser. Daniel continuou a questionar os alunos, indagando se algum deles fez uma observação diferente ou descreveu ideias de forma distinta. Um aluno o respondeu, mencionando que observou que avenidas movimentadas geram mais CO<sub>2</sub> devido ao trânsito intenso de carros, ônibus e caminhões, o que ele associou com o aumento de temperatura. Daniel concluiu o diálogo com um breve “Tá. Aham”.

A partir da descrição das suas ações, Daniel manifestou em maior proporção ações de Suporte, pela constante motivação dos alunos para participar e pela criação de um ambiente seguro para que eles compartilhassem suas opiniões sem medo de julgamentos. Esse tipo de ação se refletiu nos seus comentários encorajadores e nas perguntas abertas que fez, por exemplo, nas falas “Pode falar, gente. Não fiquem com os vergonha e tal.” ou “E aí, quem mais?”. Esse comportamento de Daniel está ligado ao que discutimos no episódio 1,

especificamente, em sua fala sobre as estratégias de ensino (Quadro 2). Nessa fala, Daniel considerou importante que os estudantes se sentissem à vontade para falar e se posicionarem durante a aula, ou seja, que tivessem liberdade. O que era significativo para que a argumentação fosse desenvolvida, uma vez que ele, em outra fala, considerava que uma grande dificuldade para o desenvolvimento da argumentação em sala de aula estava associada à participação dos alunos (Quadro 3).

Ao assumir que a argumentação em sala de aula está alinhada à interatividade (Conhecimentos das características das estratégias de ensino condizentes com argumentação – pPCK) e frente a sua crença de que era preciso engajar os estudantes nas discussões propostas, consideramos, mais uma vez, que Daniel adotou a argumentação como uma orientação para o ensino do tópico de química conduzido por ele, de forma que tal orientação amplificou seu planejamento de ensino ao escolher questões abertas para fomentar interações (ePCKp) e suas ações em termos do encorajamento da manifestação de ideias no início desse trecho (ePCKt).

A ação de Daniel de proporcionar oportunidades para que os alunos compartilhassem suas interpretações e colaborassem na construção de uma explicação coletiva, mostrou que ele não apenas escutava, mas frequentemente intervinha para que outros alunos complementassem, ampliassem ou reformulassem as ideias dos colegas, o que está relacionado às ações de Processo que ele manifestou. Para além de estimular a participação dos estudantes, Daniel pretendia fomentar a argumentação, a construção e a avaliação de argumentos no coletivo da sala de aula (Quadro 19), ou seja, ele tinha a argumentação também como objeto de ensino.

**Quadro 19:** Resposta para a pergunta “A maneira que você pensou em instigar a argumentação dos alunos e entre eles funcionou? Justifique.” presente no questionário pós-aula

<p>Teve momentos que a forma que eu pensei de instigar a argumentação dos alunos funcionou e eles argumentaram, realmente funcionou a estratégia que eu apliquei, porém entre eles, não tanto na aula 1, mas sim em alguns momentos, <u>mas a argumentação deles foi pra um complementar a ideia um do outro nos momentos que eles não estavam falando algo novo, porque outro colega já tinha falado, e aí eu precisava fazer uma ponte pra ele ir lá e complementar o que o colega falou com o que ele estava pensando, mesmo que fosse parecido que ele apresentasse em outras palavras, então houve uma interação entre eles só que por meio de mim.</u></p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

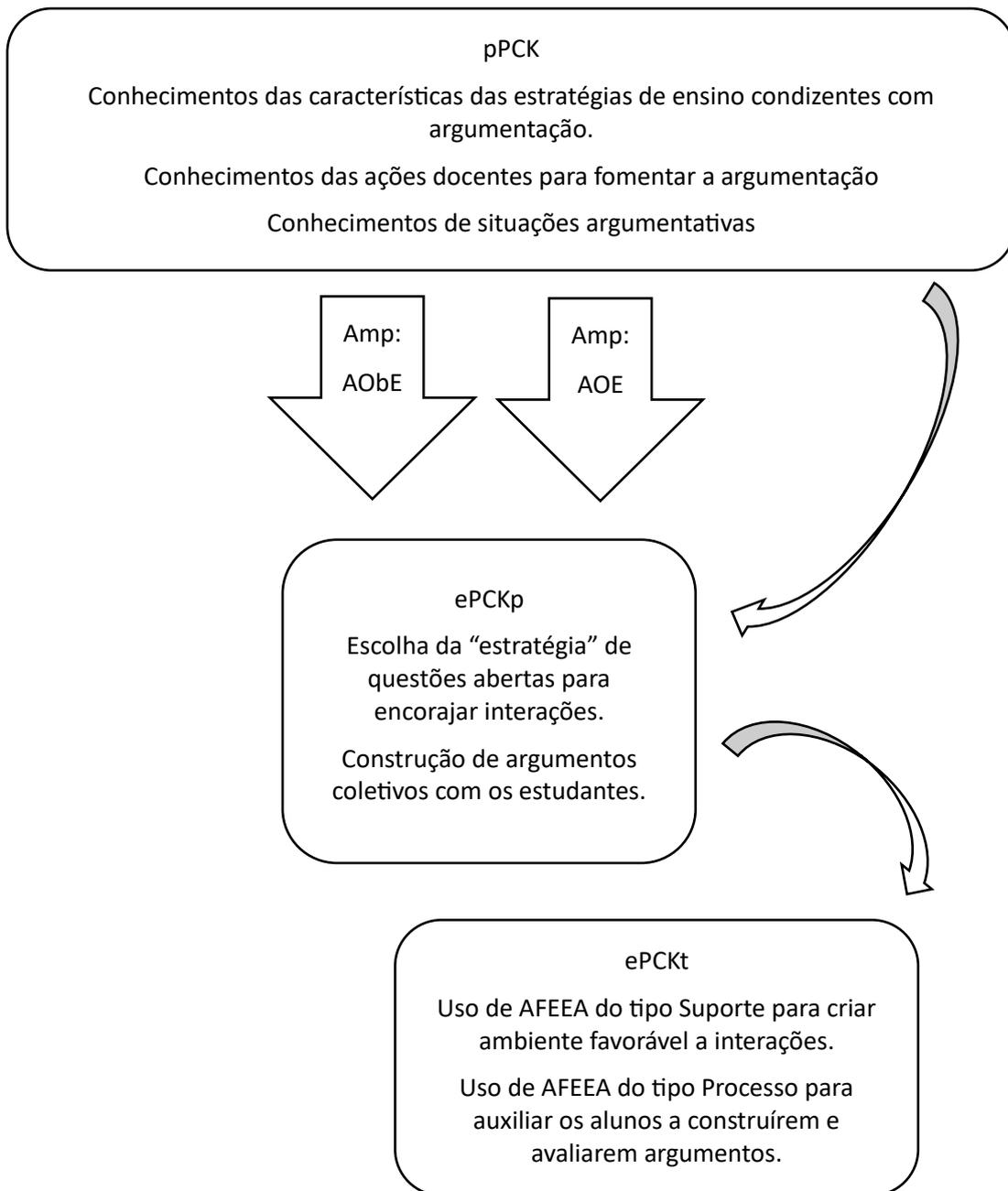
Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

Em sua fala (Quadro 19), Daniel refletiu que sua estratégia para estimular a argumentação funcionou, especialmente na mediação que ele precisou fazer para que os alunos construíssem suas ideias em torno das falas uns dos outros. Ele mencionou que, embora a argumentação entre os alunos não tenha sido totalmente autônoma, sua atuação foi essencial

para conectar as ideias entre eles. Isso indica que ele possuía conhecimentos das ações docentes para fomentar a argumentação e conhecimentos de situações argumentativas, tópicos que estão postos no modelo de Ibraim e Justi (2016) e que foram discutidos na disciplina cursada por ele, o que pode ser entendido como parte de seu pPCK. Esses conhecimentos e seu objetivo de ensinar aos alunos a construir e a avaliarem os argumentos, influenciaram a forma como ele planejou (ePCKp) construir os argumentos coletivos com os estudantes e como ele executou o planejamento (ePCKt) ao usar AFEEA de Processo como forma de estimulá-los a avaliar os argumentos expostos durante o trecho da aula (Quadro 18).

Diante do exposto, percebemos que o conhecimento das características das estratégias de ensino condizentes com argumentação (pPCK) que Daniel possui, provavelmente por causa da disciplina de argumentação cursada, e a argumentação como orientação para o ensino do tópico químico, respectivamente, influenciaram e amplificaram a escolha (ePCKp) da “estratégia” de questões abertas para fomentar a participação e a interação dos estudantes com o uso de AFEEA de Suporte (ePCKt). Além disso, seus conhecimentos das ações docentes para fomentar a argumentação (pPCK), seus conhecimentos de situações argumentativas (pPCK) e seu objetivo de ensinar os alunos a construir e avaliarem argumentos (argumentação como objeto de ensino), respectivamente, influenciaram e amplificaram suas ações no planejamento da forma que os argumentos seriam construídos, representando seu ePCKp, e suas ações em sala de aula (como mostrado no Quadro 18 – uso de AFEEA de Processo como movimentos para o ensino sobre a construção e avaliação de argumentos), que diz respeito ao seu ePCKt. A Figura 9 representa essas articulações entre pPCK e ePCK.

**Figura 9:** Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK do quarto trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”



Fonte: Autores (2024)

Na Figura 9, temos a síntese dos movimentos do raciocínio pedagógico de Daniel durante todo o trecho do Quadro 18. O processo inicia-se com os conhecimentos de Daniel relacionados a argumentação em seu pPCK. Daniel possuía entendimento sobre as características das estratégias de ensino condizentes com argumentação, as ações docentes para fomentar a argumentação e situações argumentativas. Esses conhecimentos e a argumentação como objeto de ensino (AObE) (objetivo relacionado a construção e avaliação dos argumentos pelos estudantes), respectivamente, influenciaram e amplificaram seu planejamento (ePCKp) e

sua ação em sala de aula (ePCKt). Outra influência foi a argumentação, que atuava como orientação de ensino (AOE), amplificando seu planejamento ao escolher a estratégia de perguntas abertas para encorajar interações e ajudar na construção e avaliação de argumentos. Seu planejamento foi posto em prática a partir de sua ação em sala de aula (ePCKt), ao criar um ambiente favorável a interações (AFEEA de Suporte) e no auxílio da construção e avaliação dos argumentos a partir de perguntas direcionadas (AFEEA de Processo).

No último trecho desse episódio, os alunos questionaram os dados apresentados no mapa e Daniel conduziu a discussão com a turma incentivando os alunos a pensarem na suficiência das evidências observadas no mapa (Quadro 20).

**Quadro 20:** Quinto trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”

Turno de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
162	Aluna 2	Eu pensei também que dependem da época do ano. Porque aqui no mapa, eles representam setembro. E setembro é uma época do ano mais chuvosa. A gente também tem uma época de ano mais chuvosa, mas eu acredito que também depende muito em... Na época em que a gente estava. Porque tem épocas faz mais calor, então provavelmente não seria exatamente a mesma coisa que está sendo observado aqui. E as temperaturas, elas poderiam estar maiores do que a... tipo,		
163	Aluno 15	Uma coisa que a aluna 2 falou, que acabei de lembrar aqui agora normalmente setembro, novembro, dezembro e janeiro normalmente chove muito. Época do ano que mais chove, mas ano passado não choveu tanto do que nem nos últimos anos.		
164	Daniel	Uhum.		
165	Aluno 15	Isso poderia ter a ver com aquecimento global, com a poluição o... e... e...e no passar dos anos, essa chuva pode estar cada vez mais escassa digamos assim?		
166	Daniel	Pode? O que que vocês acham? Essa chuva pode se tornar cada vez mais escassa? Ao longo dos anos por causa dos fenômenos.	Encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega	Processo
167	Aluno 14	Acho que isso pode ter a ver com o que está acontecendo lá fora.		
168	Daniel	O que está acontecendo lá?	Solicitar esclarecimentos sobre um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, uma refutação, uma explicação ou uma afirmativa do aluno.	Processo
169	Aluno 14	Desmatamento, queimadas...		
170	Daniel	Entendi. É... Hã? Não? O que você acha? (inaudível) O que vocês acham? Faz sentido essa ideia ou...	Encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega	Processo

		<p>É... Agora a gente vai começar também... continuar... dar uma continuidade da outra parte .... mas é uma continuidade, né?</p> <p>Antes de dar continuidade, na atividade. Vou levantar aqui uma questão que eu achei muito interessante. Que é sobre os dados do mapa. Vocês notaram a época, né? Da coleta de dados, né?</p> <p>E o que foi dito aqui é que talvez esse momento da coleta... Possa estar influenciando, né? Como a época de... Que costuma ter chuva, mas está tendo menos chuva. Né?</p> <p>O que vocês acham? Se esses dados fossem coletados em... Outras épocas... O que vocês acham que poderia acontecer?</p>	Engajar o aluno em um processo reflexivo sobre como avaliar uma evidência apresentada frente a uma afirmativa	Função
171	Aluno 15	Ah, perai. Eu acho que pode ter... Um lugar que estava mais quente. Na hora. Não é todo dia. Nessa época em específico ali estava quente. Um lugar estava mais frio. Aí tem essa mudança de climatização aí também.		
172	Daniel	Vocês acham que esses dados são suficientes?	Engajar o aluno em um processo reflexivo sobre como avaliar uma evidência apresentada frente a uma afirmativa	Função
173	Aluno 15	Eu não sei como foi feito, né? Como você... Você deve saber como funciona uma pesquisa para sair esse resultado. Mas eu acho que para eles fazerem uma pesquisa...Um pouco pesada. Eu acho que eles tinham que... Um pouco, um pouco. Pegar um ano. Um ano. Nessa época que a gente está aqui. Essa época que a gente foi para o outono, primavera, Verão. Para ver qual que é a variação. E aí ele trata nessa média aqui mesmo. Só que aqui aparece que a medição foi realizada só naquele dia. Eu acho que ela teria que ter sido... Toda as épocas para ter uma média certa.		
174	Daniel	Entendi. Vocês concordam com isso, gente? Vocês acham que... E eu retorno à pergunta. Vocês acham que os dados desse mapa, eles são suficientes? Para... Ou... Eles apontam... Então... O que eles estão mostrando aqui não... Você acha que o que ele aponta aqui então não é válido?	Engajar o aluno em um processo reflexivo sobre como avaliar uma evidência apresentada frente a uma afirmativa	Função
175	Turma	É válido.		

176	Daniel	É válido?		
177	Turma	Mais ou menos.		
178	Aluno 15	Não chega a ser suficiente.		
179	Daniel	Não chega a ser suficiente.		
180	Aluno 15	Dá para implementar os dados.		
181	Daniel	Não chega a ser suficiente para quê?	Engajar o aluno em um processo reflexivo sobre como avaliar uma evidência apresentada frente a uma afirmativa	Função
182	Aluno 15	Para estar certo, uai.		
183	Daniel	Para estar certo o que?		
184	Aluno 15	(inaudível)		
185	Daniel	Beleza. O que vocês acham, gente?		
186	Aluno 15	Esse mapa, ele foi... a temperatura nessa cidade foi medida na mesma hora?		
187	Daniel	Então...		
188	Aluno 15	Ou em horários diferentes?		
189	Daniel	Essas são perguntas muito importantes, né? Deveria ter? Vocês acham que deveria ter, por exemplo? A pessoa deveria ter colocado aqui o horário que ela fez, que foi tudo no mesmo horário, tudo no mesmo dia. Isso influencia no que você vai falar, em como você vai usar os dados?	Engajar o aluno em um processo reflexivo sobre como avaliar uma evidência apresentada frente a uma afirmativa	Função
190	Aluno 15	Sim.		
191	Aluno 2	Uma coisa que eu pensei também, e que se a gente for ler o enunciado está falando, é que os locais mais quentes, os mais frios de belo horizonte. Então, tecnicamente, não teria como a gente tirar muitos dados disso aqui, porque ele está contando que são os lugares mais quentes e mais frios. Mas para a gente tomar realmente uma decisão, precisaria, igual, um ano, precisaria de um ano para a gente entender. É igual também (inaudível), também tinha que ter o horário que foi colocado, a data que foi tirada, que está aqui, mas realmente em outras datas. Então, acho que também influencia.		

192	Daniel	Entendi. Beleza. Então, gente, eu gostei dessa questão. Então, depois eu vou passar para vocês, ao fim, eu vou passar para vocês a fonte, tá? De onde eu tirei esse material, para vocês irem lá e verem mesmo, né? Se tem mais falando sobre isso e aquilo, né? Os apontamentos que vocês fizeram são muito relevantes. Pode falar.		
193	Aluno 15	Uma coisa que eu queria acrescentar que ela falou e achei importante. Para você ter um dado exato, você deveria monitorar a cidade pelo menos por um período para você saber se essa avaliação é realmente... Digamos...		
194	Aluno 14	Fiel.		
195	Aluno 15	É, fiel ao que vale em um dia só. Porque em um dia só não dá pra você... Assim, dá para você perceber, mas não é uma pessoa que consegue saber o que é exato.		
196	Aluno 13	Porque, por exemplo, ontem estava mais abafado do que hoje. Hoje, agora na parte da manhã está mais fresco do que estava ontem. Então, vamos supor que hoje, se eles tivessem medido hoje, a temperatura de hoje poderia ter modificado. E hoje já está úmido.		
197	Daniel	Entendi, sim, sim. Antes de a gente continuar, eu queria pedir para vocês, para fazer formação de grupos, para a gente fazer uma atividade, porque a próxima... Grupos de três a cinco, tá? Então, assim, dupla e seis pessoas... Não, tá? É porque vai ser uma folha dessas aqui por grupo. Vamos fazer uma investigação aqui. É um experimento bem simples. E vocês vão responder após uma discussão, após... Entre seu grupo e depois a gente vai trazer essas respostas do grupo para a sala toda, tá bom? E aí, vocês já estão... As pessoas que estão fazendo o grupo aí, aqui do lado, podem me enxergar, se quiserem, aí. Você fica mais confortável. Eu vou bagunçar a sala. Precisa cuidar um pouco da câmera. Se vocês quiserem. Se vocês quiserem. Se vocês quiserem. Não precisa mexer na sala, tudo bem.		

Fonte: Autores (2024)

Nesse trecho (Quadro 20), Daniel manifestou ações do tipo Processo e Função. As ações de Processo foram manifestadas até o turno de fala 170 e as ações de Função foram manifestadas no restante do trecho. Assim, vemos que Daniel mudou o foco da sua aula bem no início desse trecho, suas ações (do tipo Processo) passaram de encorajar os alunos a se envolverem no processo argumentativo em termos de justificar ou avaliar afirmativas de conhecimentos, ou de persuadir uma audiência sobre a validade de um ponto de vista (Ibraim; Justi, 2022) para ações (do tipo Função) relacionadas ao envolvimento dos alunos em processos metacognitivos, visando contribuir para que eles aprendessem sobre funções da argumentação e seus elementos (Ibraim; Justi, 2022).

Inicialmente, a discussão apresentada no trecho (Quadro 20) começou com uma análise das variáveis que poderiam impactar as medições de temperatura observadas no mapa. Um aluno sugeriu que a época do ano influenciava as temperaturas, considerando que o mapa representava dados de setembro, um período geralmente mais chuvoso, o que poderia afetar as condições climáticas registradas. Outro aluno complementou, lembrando que setembro e os meses seguintes são mais chuvosos, mas que no ano anterior a chuva havia sido menor que nos anos anteriores, relacionando isso às questões de aquecimento global e poluição.

Daniel, então, perguntou se os alunos acreditavam que a redução da chuva poderia estar ligada ao aquecimento global, incentivando-os a avaliar a ideia apresentada e a considerar possíveis conexões com fenômenos ambientais. Em resposta, um aluno mencionou que eventos externos, como desmatamento e queimadas, poderiam estar relacionados com essas mudanças climáticas. Nesse ponto, Daniel aproveitou para reforçar a reflexão, perguntando se as observações dos alunos faziam sentido, e incentivou que questionassem a validade das ideias discutidas.

Percebemos nesse início de trecho (Quadro 20) que, assim como no Quadro 18, Daniel pretendia fomentar a argumentação, a construção e a avaliação de argumentos no coletivo da sala de aula (Quadro 19), ou seja, ele continuava tendo a argumentação como objeto de ensino. Como discutido, seu conhecimento das ações docentes para fomentar a argumentação (pPCK), seu conhecimento de situações argumentativas (pPCK) e seu objetivo de ensinar aos alunos a construir e avaliarem os argumentos (pPCK), influenciaram a forma como ele planejou (ePCKp) construir os argumentos coletivos com os estudantes e como ele executou o planejamento (ePCKt) ao usar AFEEA de Processo como forma de estimular os alunos a avaliar os argumentos expostos durante o início do trecho da aula (Quadro 20). Entretanto, apesar do seu objetivo de construir e avaliar argumentos, no turno de fala 170, ele redirecionou os alunos

a pensarem sobre os dados no mapa questionando a adequação dos dados de temperatura coletados em um único período ou local, levantando a possibilidade de os dados serem insuficientes para uma análise completa das condições climáticas.

A partir deste momento, ele começou a manifestar uma ação de Função, focada em engajar os alunos em um processo reflexivo sobre como avaliar uma evidência apresentada frente a uma afirmativa. Ou seja, diferente do início do trecho de fala (turnos 162 a 170 – Quadro 20), nos quais suas ações se concentravam mais em encorajar os alunos a se envolverem no processo argumentativo em termos de justificar ou avaliar afirmativas de conhecimentos, aqui ele se empenhou em guiar os alunos para uma reflexão sobre a validade dos dados científicos e das inferências que podem ser feitas a partir deles. Isso fica evidente quando Daniel questionou os alunos sobre a representatividade dos dados e sobre como a escolha do momento de coleta poderia influenciar as conclusões, levando-os a avaliar criticamente as informações apresentadas.

Vemos essa avaliação crítica ao longo dos turnos seguintes. Os alunos discutiram a validade e a representatividade dos dados, sugerindo que os dados deveriam ser coletados durante um período mais longo para garantir maior precisão e para que diferentes variáveis fossem consideradas. Daniel reforçou essa ideia, questionando se a coleta de dados de temperatura em apenas um dia poderia ser suficiente para se tirar conclusões, levando os alunos a refletirem sobre a importância de um conjunto de dados mais amplo para a construção dos argumentos. No final, Daniel concluiu incentivando os alunos a aprofundarem sua investigação ao consultar a fonte dos dados. Por fim, ele os instruiu a formarem grupos para um experimento que seria realizado em seguida.

A mudança na abordagem de Daniel não é consistente com o que ele mencionou que não ensinaria aos alunos (Quadro 21).

**Quadro 21:** Resposta para a pergunta “Considerando o que foi apontado como objetivo, o que mais você sabe sobre argumentação (e não pretende ensinar aos alunos)? Por quê? O que torna esse tópico de conteúdo fácil ou difícil de entender?” presente no questionário sobre planejamento

Eu não ensinaria para os alunos exatamente sobre essa questão do valor, eu só gostaria que eles tivessem uma intuição dela, tivessem uma noção de que, olha, coerência, porque que um argumento é válido, inválido, ele tem que ter uma coerência interna, mas o que que o argumento precisa ter para isso eu não ensinaria, por exemplo, se o argumento é suficiente, específico, essa distinção de um argumento específico, suficiente, sobre na verdade um argumento, ou seja, uma evidência, essa evidência ela é suficiente ou se ela é suficiente, específica para sustentar o modelo, para sustentar a explicação, eu acho que isso não será explicado, porque eu acho complicado fazer essa explicação para alunos nessa fase, porque

demandam uma interpretação maior, demanda mais tempo de estudo, de casos, eles têm que ver mais casos. Por exemplo, o que é uma evidência específica, como que ela é pontual, e o que é uma evidência suficiente, como que ela é abrangente, como que uma evidência específica não pode ser utilizada para justificar um modelo, uma teoria, tudo isso é muito pernicioso, então isso eu não entraria, assim como eu não entraria na questão do valor que eu disse, porque eu entraria justamente nisso, né, que se eu estou usando uma evidência adequada para a justificativa que eu estou fazendo, e isso contribui para o argumento.

Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

Em sua fala, o licenciando expressou que, embora não planejasse ensinar conceitos mais complexos de argumentação, como a diferença entre evidências específicas e suficientes, ele desejava que os alunos intuissem a importância de uma argumentação coerente e de uma evidência adequada para a sustentação de modelos científicos. Esse objetivo declarado por Daniel não se refletiu na forma como ele guiou os alunos a questionarem a suficiência dos dados e a considerarem a necessidade de informações adicionais para justificar adequadamente seus argumentos. Sua mudança de planejamento foi discutida por ele após o término da aula (Quadros 22 e 23):

**Quadro 22:** Resposta para a pergunta “Como foi a aula?” ao ser questionado pela pesquisadora após finalizar a aplicação

Bom, eu achei fantástica. Assim, deu muito certo, deu pra gente discutir muita coisa. Surgiu até uma questão que eu não esperava que surgisse, né, que eu até comentei em uma das perguntas sobre argumentação. (...), mas assim, é... O que acontece? Teve uma coisa que eu respondi, né, ontem. O que que eu esperava, o que que eu achava difícil na argumentação que eu não ia levar pra sala de aula? A discussão sobre uma evidência suficiente, evidência específica. Acabou que os alunos trouxeram isso em um momento que eu achei fantástico. Eles fizeram um questionamento, assim, sobre a validade do dado do mapa porque eles questionaram o fato de desses dados climáticos de temperatura se eles não devem ser feitos por longos períodos e se foi só um dia, entendeu? Então assim, eu achei, isso é um exemplo de algo que eu achei muito bom deles terem pego pra falar. Eu não esperava eles terem entrado nessa questão. E foi espontâneo, né? E tirando isso, de resto, o planejamento foi seguido.

Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

**Quadro 23:** Resposta para a pergunta “Foi necessário alterar seu planejamento durante a aula? Se sim, por quê? Quais ações suas foram alteradas?” presente no questionário pós-aula

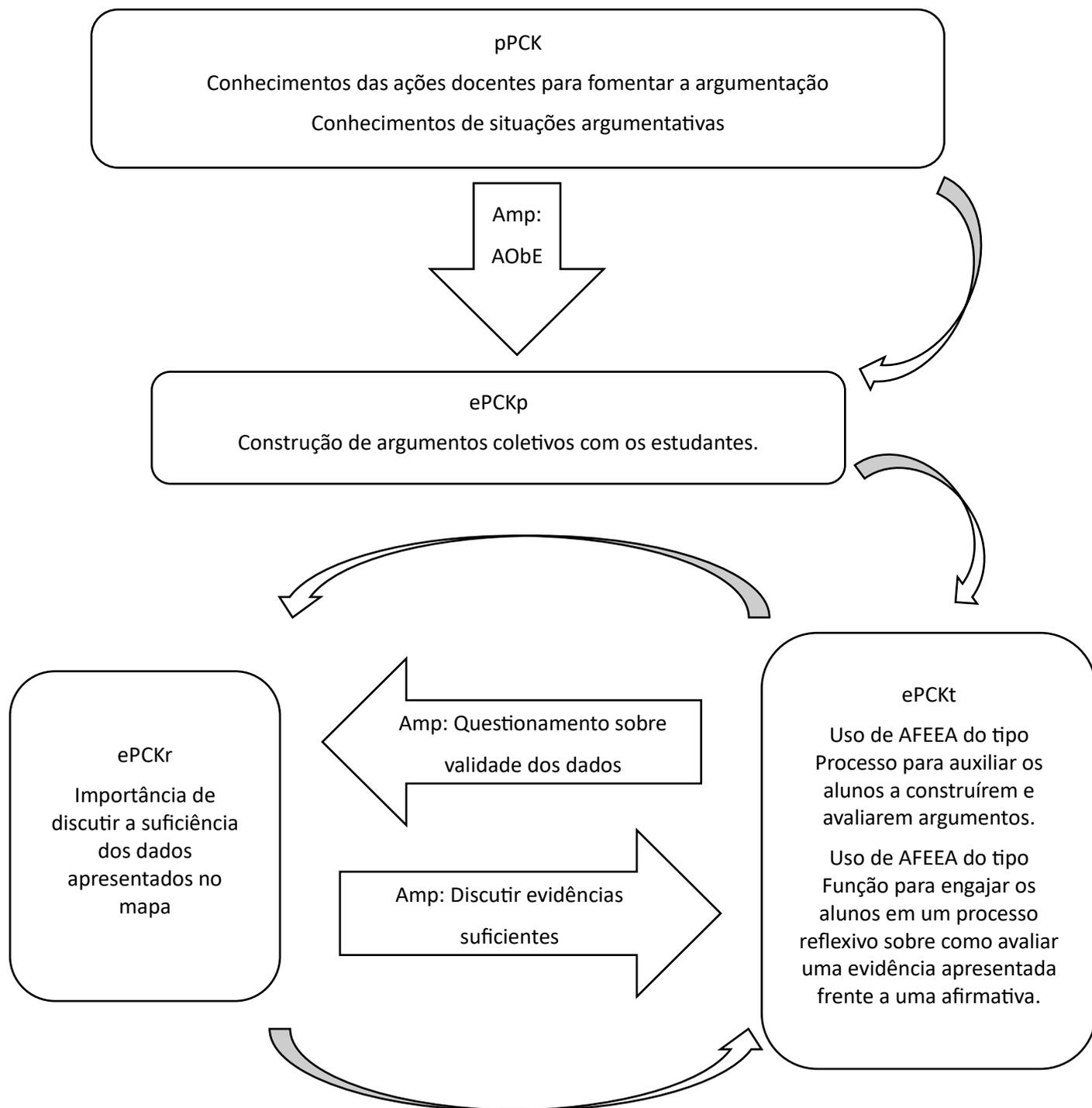
Em um momento específico, em dois momentos na verdade, fiz uma breve alteração, não no planejamento, mas no rumo da discussão, então acho que sim, no planejamento sim, com certeza. No momento em que a aluna, uma aluna ressaltou o fato do mapa não ter informação do tempo, da coleta, se todas as coletas da temperatura foram feitas no mesmo horário, no mesmo dia, não ter sido...ter detalhado mais sobre isso, ela questionou os dados, então tive que parar um pouco e falar essa discussão sobre isso, se elas achavam, se os alunos achavam que a evidência do mapa era suficiente, os dados eram suficientes, e aí isso trouxe outra discussão que eu pretendo, inclusive, mudar e abordar na próxima aula. Porque eu considero uma discussão rica em termos argumentativos

Fonte: Autores (2024) (grifo nosso)

Em sua fala no Quadro 22, Daniel relatou que os alunos trouxeram questões que ele não esperava, especialmente sobre a validade dos dados no mapa. Ele considerou essa interação como uma surpresa positiva, pois os alunos espontaneamente levantaram questões sobre a confiabilidade dos dados coletados em um único dia, o que ele viu como uma oportunidade rica para discutir pontos sobre um dos elementos do argumento (suficiência e especificidade da evidência) que não foi inicialmente planejado. No Quadro 23, Daniel explicou que teve que ajustar o rumo da discussão ao longo da aula para incluir as observações dos alunos sobre a coleta de dados, mudando assim seu planejamento. A partir de suas falas sobre o que não ensinaria sobre argumentação (Quadro 21) e sobre sua mudança de ação em sala de aula (Quadros 22 e 23), podemos entender que a fala dos alunos sobre a validade dos dados do mapa interferiu no planejamento e na ação em sala de aula de Daniel. Ou seja, nos turnos de fala 170 a 197 temos indícios do impacto dos resultados dos alunos em seu planejamento (ePCKp) e em sua ação em sala de aula (ePCKt).

Diante do exposto, percebemos que seus conhecimentos das ações docentes para fomentar a argumentação (pPCK), seus conhecimentos de situações argumentativas (pPCK) e seu objetivo de ensinar os alunos a construir e avaliar argumentos (argumentação como objeto de ensino), influenciaram suas ações no planejamento da forma que os argumentos seriam construídos, representando seu ePCKp, e suas ações em sala de aula (como mostrado no Quadro 20 – uso de AFEEA de Processo na construção e avaliação de argumentos), que diz respeito ao seu ePCKt. Além disso, percebemos que o planejamento de Daniel foi alterado ao receber dos alunos questionamentos sobre a validade dos dados do mapa (resultados dos alunos), induzindo-o a refletir e a mudar sua ação (ePCKr), oportunizando a discussão sobre a suficiência dos dados apresentados (ePCKt). A Figura 10 representa visualmente essas articulações:

**Figura 10:** Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK do quinto trecho do episódio “Introdução de Dados Externos (Trabalhando com Evidências)”



Fonte: Autores (2024)

Na Figura 10, temos a síntese dos movimentos do raciocínio pedagógico de Daniel durante todo o trecho do Quadro 20. O processo inicia-se com os conhecimentos de Daniel relacionados à argumentação em seu pPCK. Daniel possuía entendimento sobre as ações docentes para fomentar a argumentação e situações argumentativas. Esses conhecimentos em conjunto com a argumentação como objeto de ensino (AObE) (Objetivo relacionado a

construção e avaliação dos argumentos pelos estudantes) influenciaram seu planejamento (ePCKp) e sua ação em sala de aula (ePCKt), amplificando seu planejamento de ajudar os alunos na construção e na avaliação de argumentos. Seu planejamento foi posto em prática a partir de sua ação em sala de aula (ePCKt), no auxílio da construção e avaliação dos argumentos a partir de perguntas direcionadas (AFEEA de Processo). No entanto, os questionamentos de alunos sobre a validade dos dados do mapa atuaram como um amplificador, levando Daniel a refletir (ePCKr) sobre a necessidade de discutir a suficiência deles. Essa reflexão, por sua vez, amplificou sua ação ao discutir a suficiência dos dados por meio de perguntas direcionadas (ePCKt – AFEEAs de Função).

### **5.3 Episódio 3: Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir de um Experimento**

Após o fim do episódio 2, a aula seguiu com os alunos se organizando em grupos para visualizarem e discutirem o experimento proposto por Daniel. O licenciando apresentou o experimento informando que seriam utilizados uma faca sem corte e um isqueiro, e que eles explorariam o impacto da proximidade da chama do isqueiro na faca. Daniel explicou os passos do experimento, orientando os alunos a registrarem suas expectativas antes de realizar cada etapa: na primeira etapa, a chama do isqueiro ficaria próxima da faca; e, na segunda etapa, a chama do isqueiro ficaria longe.

Na primeira parte do experimento, o licenciando aproximou a chama do isqueiro da faca, e pediu para os alunos anotarem o que observaram. Após a queima, alguns alunos perceberam que a faca ficou preta, notando a formação de resíduos. Na segunda etapa, a chama foi mantida a uma distância maior, e os alunos identificaram diferenças no nível de resíduo gerado. Daniel incentivou o registro detalhado, além de propor que um aluno fizesse um desenho representativo da experiência para facilitar a análise. Por fim, ele pediu para os alunos explicassem suas observações e anotassem suas ideias. Após certo tempo, Daniel iniciou a discussão das observações obtidas no experimento com os alunos (Quadro 24).

**Quadro 24:** Primeiro trecho do episódio “Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir de um Experimento”

Turno de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEA	Tema
220	Daniel	Gente, enquanto vocês vão respondendo, quero fazer uma pergunta. Ocorreu... é... o que ocorreu? Foi uma mudança aqui, né? Que tipo de mudança?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.	Suporte
221	Aluno 15	Mudança química.		
222	Daniel	Foi mudança química, não física? O que é a evidência da reação química? É a mudança de cor. Vocês concordam? O que vocês acham disso?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos.  Apresentar uma evidência (oriunda de dados, observações ou informações)  Solicitar a avaliação de uma evidência	Suporte   Processo
223	Turma	O que?		
224	Daniel	Evidência. Evidência de uma mudança química.	Solicitar a apresentação de uma evidência (oriunda de dados, observações ou informações)	Processo
225	Aluno 15	Sim. A fuligem.		
226	Daniel	A fuligem? Isso aqui para vocês é fuligem?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
227	Aluno 14	Não.		
228	Aluno 2	É o que?		
229	Daniel	Fuligem. Você sabe o que é fuligem?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
230	Aluno 15	A gente pensou que seria, se fogo em contato com a faca, liberaria carbono.		

231	Daniel	Liberaria carbono. Então, o que já foi falado aqui? Quem falou fuligem? Alguém falou fuligem. Ah, tá. Você falou carbono. Você falou fuligem. O que vocês acham disso? Faz sentido? Vocês conhecem isso aqui como fuligem?	Encorajar o aluno a avaliar um argumento ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega.	Processo
232	Aluno 14	Não.		
233	Daniel	O que é fuligem?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
234	Aluno 7	Não sei também.		
235	Aluno 15	Acho que fuligem é tipo aquela camada preta de... Eu nem sei o nome disso. Eu só falei que eu só acho que não sei.		
236	Daniel	E por que aqui não deu fuligem? Por quê? O carbono. Por quê?	Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação	Processo
237	Aluno 7	Ah, por causa do fogo.		
238	Aluno 15	Eu acho que é uma fuligem, tipo, em contato com a faca...		
239	Daniel	E por que que isso causaria, ou não, a produção dessa reação?	Solicitar a apresentação de uma justificativa ou explicação	Processo
240	Aluno 7	Boa pergunta.		
241	Aluno 15	Seria uma reação química entre o oxigênio e fogo?		
242	Daniel	Reação química entre oxigênio e fogo. Gente, o que que isso faz vocês pensarem? Reação química entre oxigênio e fogo. Oxigênio, fogo...	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos	Suporte
243	Aluno 7	Combustão.		
244	Daniel	Combustão? Vocês acham que isso aqui são reações de combustão?	Encorajar o aluno a avaliar um argumento ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega.	Processo

245	Aluno 14	Não.		
246	Daniel	Não? Por quê?		
247	Aluno 14	(inaudível...) uma explosão.		
248	Daniel	O que que é uma explosão?	Solicitar esclarecimentos sobre um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, uma refutação, uma explicação ou uma afirmativa do aluno.	Processo
249	Aluno 14	Quando você pega um combustível...		
250	Daniel	Entendi. Vamos pegar isso aqui como um caso. É... A gente tem aqui um combustível. Esse combustível tá comprimido aqui dentro. Exato. Né? O combustível. Então, o que a gente tem? Assim como foi dito aqui. Combustível. Esse combustível ele passa por uma mudança ao sair? Se eu apertar aqui?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
251	Aluno 14	Sim.		
252	Daniel	Sim. Qual mudança?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
253	Aluno 14	Ele vira gás.		
254	Daniel	Isso é... Que tipo de processo? É... Isso é a reação química. Isso é a reação química?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
255	Aluno 14	Não. Isso aí é físico.		
256	Daniel	É físico? Ou é químico?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
257	Aluno 15	É químico.		
258	Daniel	É químico. Químico? Por quê?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo

259	Aluno 15	Porque é um gasinho...		
260	Daniel	Vamos lembrar lá. O que é uma mudança química ou uma mudança física?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
261	Aluno 14	Isso é mudança física		
262	Daniel	A mudança física?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
263	Aluno 14	É o líquido para o gasoso		
264	Daniel	O que caracteriza a mudança física?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
265	Aluno 14	É a mudança de estado.		
266	Daniel	Mudança de estado, do líquido para o gasoso. E o que caracteriza a mudança química?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
267	Aluno 14	Sabor, cheiro		
268	Aluno 15	Mudança de elemento		
269	Daniel	Mudança de elemento?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
270	Aluno 15	Uma alteração		
271	Daniel	Uma alteração do que?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
272	Aluno 15	Da química do componente		
273	Daniel	Da química do componente O que vocês acham? E quais são as evidências disso?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
274	Aluno 15	Repete a pergunta		
275	Daniel	Olha só, o que caracteriza uma mudança química? O que é uma mudança química?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo

276	Aluno 15	Altera sua composição		
277	Daniel	Altera sua composição?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
278	Aluno 15	Sim, os elétrons, você mexe com os elétrons.		
279	Aluno 2	Mas não mexe com os elétrons.		
280	Aluno 15	Você não mexe com os elétrons sim, você não mexe com os elétrons, mas os elétrons alteram.		
281	Daniel	Então vamos lá, vamos recapitulando aqui com o colega está falando. A gente tem um líquido comprimido que vira gás aqui, ou seja, está comprimido e ele expande. A gente tem aqui um líquido que vira gás aqui. Então, o que vocês acham? De acordo com o que o colega falou ali. Isso é uma reação de combustão?	Solicitar a avaliação de uma evidência Encorajar o aluno a avaliar um argumento ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega.	Processo
282	Aluno 15	Sim		
283	Daniel	Você concorda? O que te fez concordar?	Solicitar a avaliação de uma evidência Encorajar o aluno a avaliar um argumento ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega.	Processo
284	Aluno 14	Porque ele está condensado no estado líquido aí ele expande.		
285	Daniel	Ele expande e tem a faísca ou a ignição. Tá bom, gente. Então é isso, a gente tem combustível. O que mais precisa? Vocês falaram aqui que precisava de alguma outra coisa para acontecer. Eu falei só um pouco...		
286	Aluno 14	Por que quando você apertar a parte preta dele para sair o gás e faz a faísca, por que ele não faz uma explosão?		
287	Daniel	Quando eu faço aqui e a faísca em seguida?		
288	Aluno 14	É		

289	Daniel	Bom, isso aqui é perigoso não vou deixar acumulando gás. Você não deixa o gás do fogão sair, não é!? Se não, você fica guardando de fato se você deixasse aqui por muito tempo e fizesse assim ia sair uma labaredas mais alta não vou reproduzir estou te informando, porque eu não vou fazer isso, mas aqui então tá bom.		
-----	--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Fonte: Autores (2024)

O diálogo presente nesse quadro perpassa pela discussão de vários conceitos científicos, como (i) evidências de uma transformação química; (ii) discussão conceitual sobre fuligem e como ela surgiu; (iii) o que são reações de combustão; (iv) discussões sobre as diferenças de transformações químicas e físicas a partir do combustível do isqueiro; e, (v) discussão sobre a inexistência de explosão na reação do isqueiro, vemos isso claramente ao longo da leitura do trecho. No início, Daniel conduziu uma discussão sobre as mudanças observadas no experimento do isqueiro com a faca. Ele destacou que havia ocorrido uma mudança e incentivou os alunos a identificarem qual seria. O aluno 15 sugeriu que se tratava de uma mudança química. Para confirmar a compreensão, Daniel questionou qual seria a evidência dessa mudança e mencionou a mudança de cor como exemplo, buscando o consenso da turma. No entanto, os alunos demonstraram certa confusão, e Daniel retomou, pedindo para eles identificarem as evidências de uma mudança química.

O aluno 15 mencionou a fuligem, mas Daniel aprofundou o debate, questionando o que exatamente seria fuligem. O aluno explicou, ainda de forma hesitante, que poderia ser algo relacionado ao contato do fogo com a faca e à liberação de carbono. Daniel aproveitou a ideia para explorar o conceito, envolvendo a turma em reflexões sobre o tema. Ao ser questionado, o aluno 15 admitiu não ter certeza sobre o que seria fuligem, enquanto outro aluno sugeriu que sua formação dependia da proximidade da chama com a faca. À medida que a discussão avançava, surgiu a hipótese de uma reação química envolvendo oxigênio e fogo, levantada pelo aluno 15 e reforçada por Daniel, que conectou a ideia ao conceito de combustão. Um novo debate se formou quando o aluno 14 discordou que fosse combustão, associando o termo a explosões. Daniel então esclareceu, exemplificando com o funcionamento do combustível presente no isqueiro, levando os alunos a refletirem sobre as diferenças entre mudanças químicas e físicas.

Os alunos, guiados por Daniel, discutiram como mudanças físicas envolvem estados da matéria, enquanto mudanças químicas alteram a composição das substâncias. Quando Daniel retomou o exemplo do isqueiro, destacou que o líquido comprimido dentro dele se transformava em gás, uma mudança física. No entanto, para uma reação de combustão, seria necessário mais do que a simples transformação de estado físico: era preciso uma faísca ou ignição. No final da discussão, Daniel provocou os alunos a refletirem sobre o que mais seria essencial para uma reação de combustão, além do combustível presente. O diálogo foi interrompido quando o aluno 14 questionou por que não havia ocorrido uma explosão no experimento. Daniel explicou que,

para isso, seria necessário acumular gás e, em seguida, ignizá-lo, mas esclareceu que tal demonstração não seria realizada devido aos riscos envolvidos.

Após essa breve descrição, percebemos que Daniel, ao longo desse trecho (Quadro 24), manifestou ações de Suporte e Processo, com predominância das ações de Processo. As poucas ações de Suporte foram manifestadas em momentos em que Daniel encorajou a participação dos alunos na discussão e quando questionou suas respostas buscando esclarecimentos (turnos 220, 222, 226, 229, 233 e 242). Nesses turnos, Daniel incentivou os estudantes a compartilharem seus conhecimentos sobre evidências de uma mudança química e suas ideias sobre o que seria a fuligem conceitualmente. Essas ações de Daniel estavam diretamente relacionadas ao que foi discutido no episódio 1, em sua fala sobre estratégias de ensino (Quadro 2). Em sua fala, Daniel destacou a importância dos estudantes se sentirem à vontade para se expressar e se posicionar durante as aulas, ou seja, que tivessem liberdade de participação. Ele considerava essa liberdade essencial para o desenvolvimento da argumentação, visto que, em outro momento, apontou que uma das maiores dificuldades para estimular a argumentação em sala de aula estava vinculada à falta de participação dos alunos (Quadro 3).

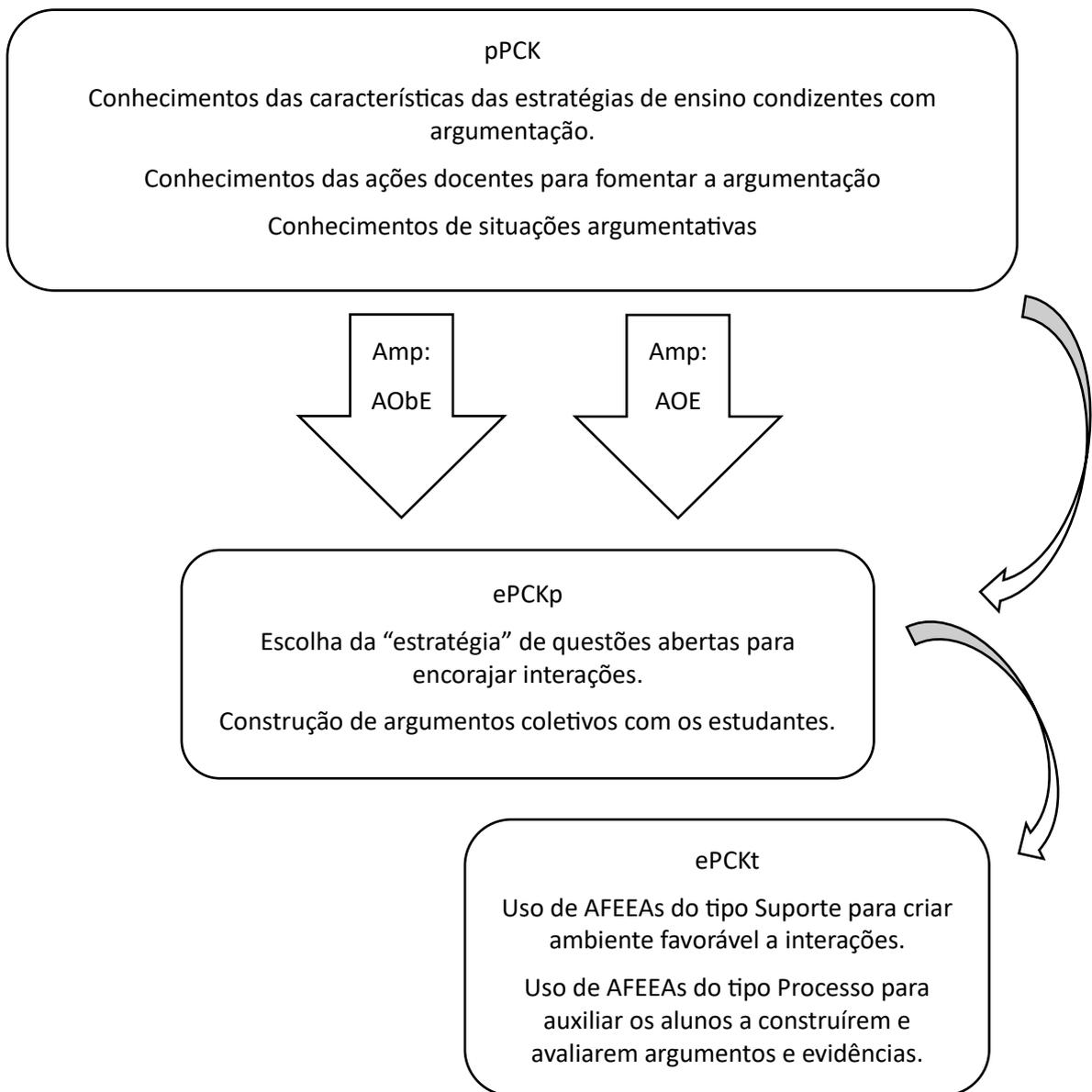
Ao reconhecer que a argumentação em sala de aula está intrinsecamente conectada à interatividade (Conhecimentos das características das estratégias de ensino condizentes com argumentação – pPCK) e com base em sua crença de que era necessário engajar os estudantes nas discussões propostas, consideramos que Daniel adotou a argumentação como uma orientação para o ensino do tópico de química. Essa orientação amplificou seu planejamento ao optar por questões abertas para promover interações (ePCKp) e guiou suas ações ao incentivar a manifestação de ideias nesse trecho (ePCKt).

Além disso, Daniel manifestou ações de Processo em momentos em que desejava que os alunos compartilhassem evidências de uma reação química; avaliassem as evidências que estavam sendo compartilhadas pelos outros colegas; propusessem justificativas para o aparecimento da fuligem na faca; avaliassem evidências de transformações químicas e físicas; e, apresentassem a definição de reações de combustão. Ou seja, para além de estimular a participação dos estudantes, Daniel pretendia fomentar a argumentação, a construção e a avaliação de evidências e argumentos no coletivo da sala de aula. Portanto, assim como apresentado no Quadro 19 no episódio 2, Daniel tinha a argumentação também como objeto de ensino.

Recapitulando, em sua fala no Quadro 19, Daniel refletiu sobre sua estratégia para estimular a argumentação e afirmou que sua atuação foi essencial para conectar as ideias entre eles. Consideramos que isso indica que, ele possuía conhecimentos das ações docentes para fomentar a argumentação e conhecimentos de situações argumentativas, tópicos que estão postos no modelo de Ibraim e Justi (2016) e que foram discutidos na disciplina cursada por ele, o que pode ser entendido como parte de seu pPCK. Esses conhecimentos e seu objetivo de ensinar aos alunos a construir e a avaliar os argumentos e evidências, influenciaram a forma como ele planejou (ePCKp) construir os argumentos coletivos com os estudantes e como ele executou o planejamento (ePCKt) ao usar AFEEA de Processo como forma de estimulá-los a avaliar os argumentos e evidências expostos durante o trecho da aula (Quadro 24).

Diante do exposto, percebemos que o conhecimento das características das estratégias de ensino condizentes com argumentação (pPCK) que Daniel possui por causa da disciplina de argumentação cursada e a argumentação como orientação para o ensino do tópico químico, respectivamente, influenciaram e amplificaram a escolha (ePCKp) da “estratégia” de questões abertas para fomentar a participação e interação dos estudantes com o uso de AFEEA de Suporte (ePCKt). Além disso, seus conhecimentos das ações docentes para fomentar a argumentação (pPCK), seus conhecimentos de situações argumentativas (pPCK) e seu objetivo de ensinar os alunos a construir e avaliar argumentos (argumentação como objeto de ensino), influenciaram e amplificaram suas ações no planejamento da forma que os argumentos seriam construídos, representando seu ePCKp, e suas ações em sala de aula (como mostrado no Quadro 24 – uso de AFEEA de Processo como movimentos para o ensino sobre a construção e a avaliação de argumentos e evidências), que diz respeito ao seu ePCKt. A Figura 11 representa essas articulações entre pPCK e ePCK.

**Figura 11:** Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK do primeiro trecho do episódio “Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir de um Experimento”



Fonte: Autores (2024)

Na Figura 11, temos a síntese dos movimentos do raciocínio pedagógico de Daniel durante todo o trecho do Quadro 24. O processo inicia-se com os conhecimentos de Daniel relacionados à argumentação em seu pPCK. Daniel possuía entendimento sobre as características das estratégias de ensino condizentes com argumentação, as ações docentes para fomentar a argumentação e situações argumentativas. Esses conhecimentos e a argumentação como objeto de ensino (AObE) (objetivo relacionado à construção e avaliação dos argumentos pelos estudantes) influenciaram e amplificaram seu planejamento (ePCKp) e sua ação em sala de aula (ePCKt). Outra influência foi a argumentação como orientação de ensino (AOE),

amplificando seu planejamento ao escolher a estratégia de perguntas abertas para encorajar interações e ajudar na construção e avaliação de argumentos. Seu planejamento foi posto em prática a partir de sua ação em sala de aula (ePCKt), ao criar um ambiente favorável às interações (AFEEA de Suporte) e no auxílio da construção e avaliação dos argumentos e evidências a partir de perguntas direcionadas (AFEEAs de processo).

Dando seguimento a aula, Daniel tentou construir com os estudantes a conceituação de reação de combustão completa e incompleta (Quadro 25).

**Quadro 25:** Segundo trecho do episódio “Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir de um Experimento”

Turno de Fala	Sujeito	Fala	Identificações das AFEEAs	Tema
289	Daniel	Gente, o que está acontecendo? É uma reação de combustão, né?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
		É? E o que precisa de uma reação de combustão? Combustível	Apresentar uma evidência (oriunda de dados, observações ou informações)	Processo
290	Aluno 14	Oxigênio Fálscia É...		
291	Daniel	Oxigênio e fálscia... O oxigênio é como? É oxigênio? É como? Em forma de Ar? O oxigênio do ar, mas alguém sabe? Alguém pensou em alguma outra forma de representar?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
292	Aluno 14	O <sub>2</sub>		
293	Daniel	O <sub>2</sub> ?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
294	Aluno 14	Acho que sim		
295	Daniel	Vocês concordam? Esse é o gás oxigênio vocês sabem que... Tem a sua... Na representação dessa reação? Alguém sabe representar essa reação aqui? Como? Como?	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos alunos	Suporte
296	Aluno 14	Eu sei com o motor do carro que tem duas entradas e (inaudível)		
297	Daniel	Você tá falando então, você falou aqui todos os produtos, né? E... Os produtos... não, desculpa. Os reagentes e os produtos?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
		O que que tá sendo formado aqui, gente? Oxigênio?	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo
298	Aluno 14	É no motor do carro era apenas um reaquecendo movimento, né?		
299	Daniel	Movimento né, Beleza. E o que acontece então, gente? Afinal de contas, a gente está falando do que está sendo	Solicitar a avaliação de uma evidência	Processo

		<p>produzido, né? Aqui, o que está sendo produzido? O que mais?</p> <p>Calor. Está sendo produzido calor. Esse calor aqui, né? A gente sabe que é uma forma de energia também. Ele se transforma em movimento, depois uma transformação de energia. O que mais? O que mais é produzido nessa reação de combustão? Já falaram. Acho que vocês estão esquecendo. Não. Isso aqui é um produto? Você falou?</p>	Solicitar a apresentação de uma hipótese para o problema em discussão	Suporte
300	Aluno 14	É gás carbônico.		
301	Daniel	Gás carbônico? Forma gás carbônico?	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
302	Aluno 14	O que eu não entendi. Forma CO <sub>2</sub> . Isso aí.		
303	Daniel	CO <sub>2</sub> ? E forma outra coisa.	Solicitar esclarecimento ou detalhamento da ideia apresentada	Suporte
304	Aluno 14	Luz.		
305	Aluno 15	Não é isso que você está querendo.		
306	Daniel	<p>Não está, a gente está... Está perfeito.</p> <p>Não é fuligem? O que vocês acham? É fuligem ou não é? O que é fuligem, gente?</p>	Solicitar que o aluno contraste diferentes interpretações para sua ideia	Suporte
307	Aluno 15	Vamos lá, por exemplo, na casa da minha avó. A chama no fogão, o gás, ele vai subir, ele acumula. Aí quando você passar por alguma coisa no teto, sai. Sai. Ah, é o pó. O pó.		
308	Daniel	<p>Gente. Aí o colega deu um caso aqui que quando o fogo vai muito alto pro fogão, a parede, você acha que o fogo fica preto também. Parede? A panela também, né? Fica, às vezes, a panela lá embaixo. É... A panela também fica preto. O nome disso é o quê? Isso é a fuligem. Mas o que é a fuligem? Alguém falou aqui que poderia ser carbono. Ah, sim.</p>	Formular questão a partir de ideia do aluno, ou retomar tal ideia, com o intuito de envolver outros alunos na discussão	Suporte
309	Aluno 14	Mas é o vapor que sobra quando você queima uma coisa.		

310	Daniel	É o vapor que sobra quando você queima uma coisa.		
311	Aluno 14	É uma superfície de forma fuligem. Tá, tá. Eu acho que é fuligem. Sim.		
312	Daniel	Deixa eu só... Tá. Gente, então, pra concluir aqui, vou dar um <i>spoiler</i> pra vocês, mas vocês já fizeram grande parte. Aqui, deixa eu pegar um...	Identificar e/ou valorizar as diferentes interpretações para a questão problema	Suporte
313	Aluno 14	Segura depois dele.		
314	Daniel	Não, não. Não, vocês fizeram 90% e alguma coisa por cento. Porque vocês deram tudo que... O que acontece? A gente tem uma reação de combustão... Combustão... O quê que é? Eu vou pegar tudo que vocês falaram. Combustível... Mais... O <sub>2</sub> ... Aí, aqui... No caso, a faísca, ela é um fator que promove essa reação. E isso aqui vai formar, por exemplo, vocês falaram, CO <sub>2</sub> ... Mas o que é a fuligem, né? Quando formou só CO <sub>2</sub> ? Teve um momento... Forma CO <sub>2</sub> toda vez? Pra combustão? Forma CO <sub>2</sub> em toda combustão, nesses dois casos aqui. Formou CO <sub>2</sub> ?	Formular questão a partir de ideia do aluno, ou retomar tal ideia, com o intuito de envolver outros alunos na discussão	Suporte
315	Aluno 14	Sim.		
316	Daniel	Aqui, forma só CO <sub>2</sub> ?	Encorajar a tomada de posicionamento	Suporte
317	Aluno 15	Não, né? Você falou que forma carbono.		
318	Daniel	Forma carbono. então... Eu vou deixar aqui a pergunta pra vocês. Qual que é a diferença dessa reação de combustão... Dessa aqui... Pra essa? E na próxima... Vocês já responderam. É acabou? Ah! Eu vou deixar... Vou deixar aqui a outra reação, tá? É... Eu quero que vocês pensem. Amanhã a gente vai ter a próxima aula, tá? Pensem. Que carbono é esse? Que reações são essas? É...Entreguem todas as folhas...		
319	Aluno 15	Você tem que colocar o nome dessas aqui também?		
320	Daniel	Não!		

Nesse trecho (Quadro 25), Daniel manifestou ações do tipo Suporte e Processo. As ações do tipo Suporte foram manifestadas majoritariamente, estando presentes do início ao fim do trecho. Por outro lado, as ações do tipo Processo foram manifestadas ocasionalmente no início do diálogo (turnos 289, 297 e 299). Tendo em vista a maior incidência de manifestação das ações de Suporte, podemos perceber que o objetivo de Daniel nesse trecho era fomentar um ambiente propício às interações ao mesmo tempo em que tentava construir com os alunos o conceito de reações de combustão completa e incompleta, ou seja, durante esse trecho ele estava usando a argumentação mais como orientação para o ensino do que como objeto de ensino.

Vemos isso ao longo do diálogo apresentado no Quadro 25. Nesse quadro, Daniel conduziu a discussão em sala de aula com o objetivo de construir o significado de reações de combustão completa e incompleta a partir de interações com os alunos. Ele começou a conversa solicitando que a turma identificasse os elementos necessários para uma reação de combustão, perguntando: *“Gente, o que está acontecendo? É uma reação de combustão, né? É? E o que precisa de uma reação de combustão? Combustível.”* Essa abertura instigou os alunos a contribuírem com ideias e refletirem sobre os requisitos para o fenômeno em questão.

Os alunos responderam que a reação de combustão precisava de oxigênio e faísca. Daniel então pediu que explicassem melhor, perguntando como o oxigênio seria representado nesse processo, buscando esclarecer e aprofundar a compreensão sobre a presença do oxigênio na reação de combustão. Quando um aluno mencionou “ $O_2$ ”, Daniel solicitou mais detalhes: *“ $O_2$ ? Vocês concordam? Esse é o gás oxigênio? Vocês sabem que... Tem a sua... Na representação dessa reação?”*. Ele usou esse momento para encorajar outros alunos a participarem, criando uma atmosfera colaborativa.

Um aluno respondeu mencionando que sabia com o motor de carro, mas não concluiu a explicação. Aproveitando a contribuição, Daniel reformulou a ideia, perguntando: *“Você tá falando então... Os produtos não, desculpa... Os reagentes e os produtos? O que que tá sendo formado aqui, gente? Oxigênio?”*. Nesse ponto, Daniel direcionou os alunos para refletirem sobre o calor como forma de energia e sua conversão em movimento no motor do carro e, posteriormente, guiou a conversa para discutir os produtos gerados na combustão: *“O que mais é produzido nessa reação de combustão?”*.

Os alunos identificaram gás carbônico ( $CO_2$ ) como um dos produtos, e Daniel confirmou, mas incentivou a investigação de outros produtos. Ele introduziu a fuligem como possibilidade, perguntando: *“Não é fuligem? O que vocês acham? É fuligem ou não é? O que*

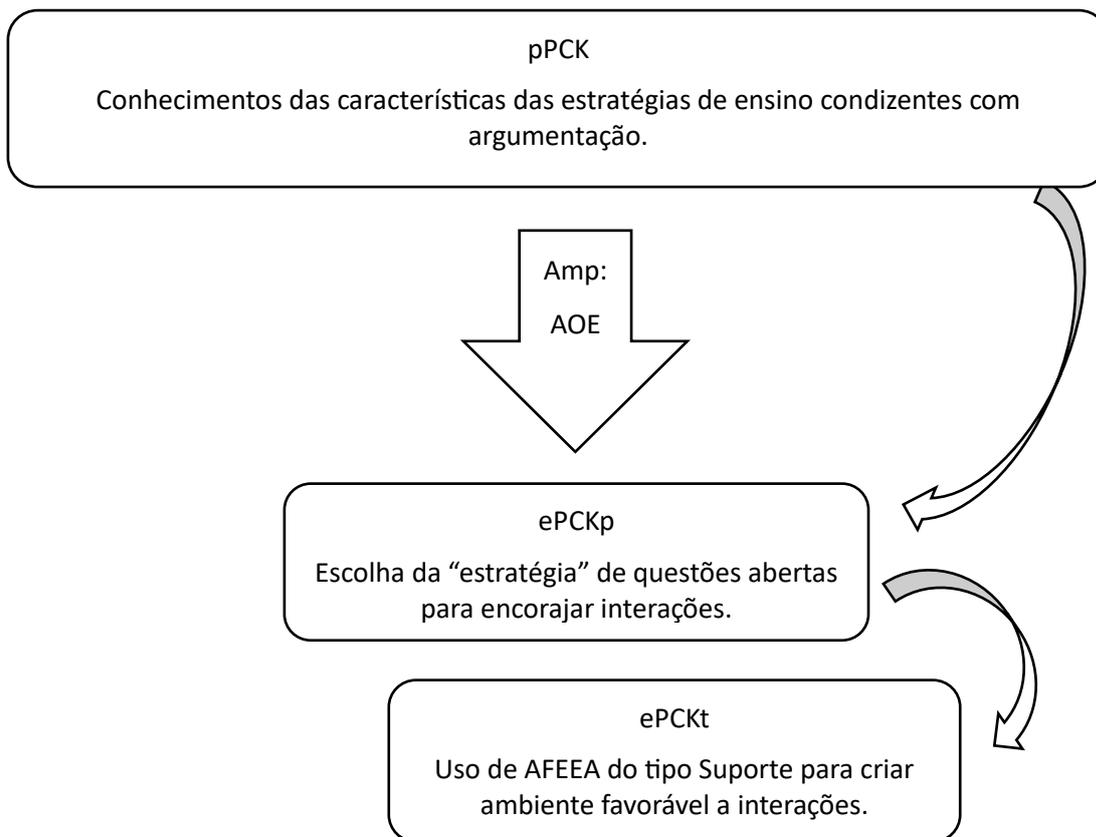
*é fuligem, gente?*”. Um aluno respondeu com um exemplo do cotidiano, mencionando fuligem acumulada no teto da casa de sua avó devido ao fogão. Frente a isso, Daniel aproveitou para relacionar a observação ao contexto da reação química, explicando que a fuligem é composta de carbono e reforçando a conexão entre teoria e o cotidiano. Por fim, Daniel recapitulou os pontos discutidos com os alunos e concluiu destacando que nem toda combustão produz apenas  $\text{CO}_2$  e lançou perguntas para a próxima aula: *“Qual que é a diferença dessa reação de combustão... Dessa aqui... Pra essa? Que carbono é esse? Que reações são essas?”* Dessa forma, ele encerrou a aula incentivando os alunos a pensarem no que diferenciava uma reação de combustão completa e incompleta.

Após essa breve descrição, percebemos que Daniel, ao longo desse trecho (Quadro 25), manifestou ações de Suporte em momentos em que pretendia encorajar a participação dos estudantes na discussão, promovendo assim um ambiente receptivo ao validar as contribuições dos alunos e ao solicitar mais ideias, como quando ele perguntou *“Vocês concordam? Alguém sabe representar essa reação aqui?”*. Além disso, ele trouxe exemplos do cotidiano (motor de carro, fogão e fuligem) para conectar o conteúdo teórico às experiências dos alunos, facilitando o engajamento e criando um ambiente propício à argumentação.

Mais uma vez, essas ações de Daniel estão diretamente relacionadas ao que foi discutido no episódio 1, em sua fala sobre estratégias de ensino (Quadro 2), em que destacou a importância dos estudantes se sentirem à vontade para se expressar e se posicionar durante as aulas, ou seja, que tivessem liberdade de participação. Liberdade que considerava essencial para o desenvolvimento da argumentação, visto que apontou que uma das maiores dificuldades para estimular a argumentação em sala de aula estava vinculada à falta de participação dos alunos (Quadro 3).

Ao reconhecer que a argumentação em sala de aula está intrinsecamente conectada à interatividade (Conhecimentos das características das estratégias de ensino condizentes com argumentação – pPCK) e com base em sua crença de que era necessário engajar os estudantes nas discussões propostas, consideramos que Daniel continuou adotando a argumentação como uma orientação para o ensino do tópico de química. Essa orientação ampliou seu planejamento ao optar por questões abertas para promover interações (ePCKp) e guiou suas ações ao incentivar a manifestação de ideias nesse trecho com o uso de AFEEA de Suporte (ePCKt). A Figura 12 representa essas articulações entre pPCK e ePCK.

**Figura 12:** Esquema da articulação entre as esferas do pPCK e ePCK do primeiro trecho do episódio “Construindo o Significado de Reações de Combustão Completa e Incompleta a partir



Fonte: Autores (2024)

Na Figura 12, temos a síntese dos movimentos do raciocínio pedagógico de Daniel durante todo o trecho do Quadro 25. O processo inicia-se com o conhecimento sobre as características das estratégias de ensino condizentes com argumentação em seu pPCK. Esse conhecimento influenciou seu planejamento (ePCKp) e sua ação em sala de aula (ePCKt). Outra influência foi a argumentação, que atuava como orientação de ensino, amplificando seu planejamento (ePCKp) ao escolher a estratégia de perguntas abertas para encorajar interações, fomentando um ambiente propício a argumentação. Seu planejamento foi posto em prática a partir de sua ação em sala de aula (ePCKt), ao criar um ambiente favorável a interações (AFEEAs de suporte).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de responder nossa questão de pesquisa “Como o pPCK e o ePCK manifestados por um licenciando em um contexto de ensino de química envolvendo argumentação se articulam?”, analisamos os resultados dos três episódios e percebemos resultados consistentes com as relações entre as dimensões de PCK esperadas a partir do RCM.

No episódio 1, tivemos a mobilização do pPCK e das três esferas do ePCK de Daniel. Em seu PCK pessoal, o licenciando mobilizou seus conhecimentos sobre as estratégias de ensino condizentes com a argumentação e seu conhecimento do Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ambos os conhecimentos foram adquiridos durante sua formação, seja na disciplina optativa sobre argumentação no ensino ou nas disciplinas de didática presentes na ementa curricular da graduação em licenciatura em Química da Universidade cursada.

Esses conhecimentos foram essenciais no momento de planejar sua sequência de ensino, por exemplo, seu conhecimento relacionado à argumentação influenciou a escolha da estratégia de questões abertas com o intuito de criar um ambiente favorável a interações. Além do seu conhecimento sobre estratégias de ensino, seu conhecimento curricular influenciou seu planejamento sobre quais fatores associados ao fenômeno de ilhas de calor que seriam discutidos com os alunos. Fatores que não se enquadravam no currículo ou que não faziam sentido para a aprendizagem dos alunos na visão de Daniel, não foram cogitados. A influência desses conhecimentos no planejamento de Daniel mostra a articulação clara entre seu pPCK e seu ePCKp.

Outros fatores que influenciaram seu planejamento foram a argumentação como orientação de ensino e sua crença sobre o que os alunos deveriam aprender. A argumentação foi posta como a abordagem que seria usada na sequência de ensino, sendo assim, a argumentação guiou o planejamento das ações de Daniel, principalmente, quando pensamos na necessidade de haver interações e trocas de ideias para a aula ser mais propícia à argumentação. Daniel mostrou ter um objetivo claro de fomentar as interações entre os alunos durante a maior parte da aula. Além disso, sua crença sobre quais fatores os alunos deveriam discutir filtrou sua escolha no planejamento sobre qual seria o direcionamento na discussão que ele faria, caso necessário, dos fatores que deveriam aparecer, no caso da arborização e dos gases provenientes da combustão. A influência da argumentação como orientação de ensino e da crença de Daniel mostra como os filtros e amplificadores afetam as dimensões do PCK.

Em um estudo atual sobre filtros e amplificadores, Şen e Demirdöğen (2023) indicaram que o conhecimento sobre estratégias instrucionais para o ensino de ciência é o mais afetado por filtros e amplificadores. Em nosso estudo somamos evidências nesse sentido, uma vez que argumentação como orientação de ensino amplificou a escolha da estratégia de questões abertas para a criação de um ambiente favorável a interações. Outro destaque que os autores fazem é

que o número de fatores pessoais<sup>11</sup> que afetam o conhecimento sobre estratégias instrucionais para o ensino de ciência é o mais alto (Şen; Demirdöğen, 2023). Não observamos essa tendência em nosso estudo, mas tivemos como resultado a influência da crença de Daniel na escolha sobre o que discutir com seus alunos, ou seja, tivemos um fator pessoal agindo como filtro para suas decisões em sala de aula.

Uma vez que o planejamento foi realizado, Daniel o colocou em prática durante sua ação em sala de aula. A escolha em relação à estratégia foi colocada em prática com o uso de AFEEA de Suporte em momentos que Daniel enxergava a necessidade de fomentar interações entre os alunos. Além disso, o licenciando passou a usar AFEEA de Processo na tentativa de instigar a argumentação na discussão entre os alunos, ou seja, ele buscou a manifestação de justificativas para as afirmativas que os alunos estavam propondo frente ao problema em discussão, indicando a intenção dele de promover a argumentação. Essas ações provenientes de seu planejamento mostram a relação entre duas esferas de seu ePCK, seu ePCKp e seu ePCKt.

Assim como esperado pelo RCM, o planejamento de um professor pode sofrer mudanças a partir da participação dos estudantes. Vimos isso claramente no episódio 1, quando Daniel ao perceber que os alunos retornavam suas perguntas com “fatores errados”, ou seja, fatores que ele não pretendia discutir com os estudantes. O aparecimento destes fatores nas respostas dos alunos serviu como um filtro, levando Daniel a refletir sobre a necessidade de realizar um direcionamento da discussão para os fatores de arborização e gases, os quais eram o foco de sua discussão. Essa reflexão, por sua vez, amplificou sua ação de guiar a discussão por meio de perguntas direcionadas (AFEEA de Suporte e Processo), fazendo os estudantes resgatarem os “fatores corretos”. A necessidade de adequação da sua ação em sala de aula, a partir da influência das respostas dos alunos, mostra a clara articulação de mais duas esferas do ePCK, o ePCKt e o ePCKr. Além da articulação, mostra como dentro da esfera do ePCK, os resultados dos alunos podem filtrar ou amplificar as ações do professor dentro do círculo do raciocínio pedagógico.

No episódio 2, as dimensões do PCK de Daniel se articularam de forma parecida, tendo como diferença uma maior quantidade de conhecimentos mobilizados e a argumentação

---

<sup>11</sup> Os autores distinguem fatores pessoais e extrapessoais, defendendo que os fatores pessoais estão relacionados às identidades dos professores (experiência, interesses por tópicos específicos, emoções, micropolítica, autoeficácia), enquanto os componentes das situações de ensino se referem a fatores extrapessoais (o interesse dos alunos, os pais dos alunos, a carga curricular e a falta de materiais).

passando a amplificar o planejamento de Daniel não só como orientação de ensino, mas também como objeto de ensino.

Em seu PCK pessoal, Daniel mobilizou conhecimentos relacionados à argumentação, como (i) conhecimento das estratégias de ensino condizentes com a argumentação; (ii) conhecimentos dos elementos básicos de um argumento; (iii) conhecimentos das ações docentes para fomentar a argumentação; e (iv) conhecimentos das situações argumentativas. Assim como os conhecimentos mobilizados no episódio 1, esses conhecimentos foram apreendidos por Daniel durante a disciplina de argumentação no ensino. Esses conhecimentos influenciaram o planejamento de Daniel amplificando sua escolha em usar o mapa como instrumento para fomentar a formulação de argumentos embasados em dados e amplificando seu planejamento ao escolher a estratégia de perguntas abertas para encorajar interações e ajudar na construção e avaliação de argumentos. A influência desses conhecimentos no planejamento de Daniel mostra a articulação clara entre seu pPCK e seu ePCKp.

Além da articulação, a mobilização de mais conhecimentos relacionados à argumentação nos mostra a mudança de objetivo de Daniel do episódio 1 para o episódio 2. No episódio 1, o nosso sujeito de pesquisa estava mais focado em instigar a participação dos estudantes para criar um ambiente propício a argumentação, uma vez criado esse ambiente, Daniel passou a tentar instigar a argumentação de fato, mobilizando conhecimentos que o ajudaria a construir e avaliar argumentos com seus alunos.

Outros fatores que influenciaram seu planejamento foram a argumentação como orientação de ensino e a argumentação como objeto de ensino. A argumentação como orientação de ensino amplificou sua ação de tentar instigar as interações dos alunos e a criar um ambiente propício à argumentação. A argumentação como objeto de ensino amplificou seu planejamento no sentido de ajudar os estudantes a identificar as evidências no mapa, distinguir justificativa de evidência, construir argumentos a partir do uso dos dados do mapa e avaliar os argumentos propostos. A influência da argumentação como orientação de ensino e como objeto de ensino mostra como os filtros e amplificadores afetam as dimensões do PCK. Além disso, a dualidade da influência da argumentação amplificando o planejamento e as ações de Daniel em sala de aula no episódio 2, nos indica que a argumentação pode servir como amplificador ou filtro de diferentes formas quando temos aulas em contexto argumentativo.

Uma vez que o planejamento foi realizado, Daniel o colocou em prática durante sua ação em sala de aula. O planejamento do uso do mapa direcionou a ação de Daniel em sala de

aula, de forma que ele utilizou perguntas (AFEEA de Suporte) para fomentar interações e incentivar a construção de argumentos que relacionassem os dados do mapa às hipóteses dos alunos. No entanto, as respostas vagas dos estudantes atuaram como um filtro, levando Daniel a refletir sobre a necessidade de ajustar sua estratégia. Essa reflexão, por sua vez, amplificou sua ação ao auxiliá-los na leitura do mapa por meio de perguntas direcionadas (AFEEA de Suporte). Além disso, Daniel usou AFEEA de Processo para ajudar os estudantes a identificar as evidências no mapa, distinguir justificativa de evidência, construir e avaliar argumentos, uma vez que ele tinha planejado distinguir e destacar evidências em diferentes contextos e construir argumentos conectando os dados do mapa com as hipóteses dos alunos.

No momento final do episódio 2, o planejamento de Daniel de ajudar os alunos na construção e avaliação de argumentos foi alterado ao surgirem questionamentos de alunos sobre a validade dos dados do mapa. Esses questionamentos atuaram como um amplificador, levando Daniel a refletir sobre a necessidade de discutir a suficiência deles. Essa reflexão, por sua vez, amplificou sua ação ao discutir a suficiência dos dados por meio de perguntas direcionadas (AFEEA de Função). Essas ações provenientes de seu planejamento mostram a relação entre as três esferas de seu ePCK, seu ePCKp, seu ePCKt e o seu ePCKr.

O episódio 3 não apresentou nenhuma articulação nova entre as dimensões do PCK. Daniel apresentou conhecimentos relacionados a argumentação em seu pPCK, como o entendimento sobre as características das estratégias de ensino condizentes com argumentação, as ações docentes para fomentar a argumentação e as situações argumentativas. Esses conhecimentos e a argumentação como objeto e orientação de ensino, respectivamente, influenciaram e amplificaram seu planejamento da sequência de ensino ao escolher a estratégia de perguntas abertas para encorajar as interações e ajudar na construção e na avaliação de argumentos. Seu planejamento foi posto em prática a partir de sua ação em sala de aula, ao criar um ambiente favorável às interações (AFEEA de Suporte) e no auxílio da construção e avaliação dos argumentos e evidências a partir de perguntas direcionadas (AFEEA de processo). Assim como nas discussões anteriores, há a articulação entre pPCK e ePCK (ePCKp e ePCKt) nesse episódio.

Nos três episódios, Daniel manifestou diferentes AFEEA (Suporte, Processo e Função) em diferentes momentos da sua aula. Em momentos em que tinha como objetivo instigar a interação entre os alunos, ele manifestou AFEEA de Suporte. Quando seu objetivo estava direcionado a fomentar a construção e a avaliação de argumentos, ele manifestava AFEEA de Processo. Por fim, quando quis discutir sobre a função da argumentação e seus elementos,

passou a manifestar AFEEA de Função. As diferentes manifestações de AFEEA distintas nos ajudou a entender as mudanças de objetivo do nosso sujeito de pesquisa e como a argumentação estava atuando como orientação e objetivo de ensino ao longo dos episódios.

Diante da recapitulação dos resultados apresentados e discutidos na seção anterior, podemos responder à questão de pesquisa rerepresentada no início desta seção. Nos propomos a investigar como o pPCK e o ePCK manifestados por um licenciando em química se articulam em um contexto de ensino de química envolvendo argumentação. Vimos a partir dos resultados que a articulação entre o pPCK e o ePCK manifestados por Daniel nesse contexto, ocorre de maneira dinâmica e consistente ao longo dos episódios analisados, evidenciando as relações esperadas pelo RCM.

O pPCK de Daniel, composto por conhecimentos da base do modelo RCM (Carlson; Daehler, 2019) e por conhecimentos de argumentação presentes no modelo Conhecimentos para Ação Docente envolvendo a Argumentação (Ibraim; Justi, 2016) influenciaram diretamente o seu ePCKp no momento do planejamento das aulas. Esse planejamento, por sua vez, foi constantemente ajustado ao longo da prática, seja pelo tipo de contexto em que as aulas foram planejadas e ministradas, seja pelas crenças pessoais do sujeito de pesquisa, ou seja pelos resultados dos alunos durante as aulas.

Um destes fatores, o contexto de ensino argumentativo, possibilitou que conseguíssemos perceber a argumentação operando como orientação e objeto de ensino, e atuando, principalmente, como um amplificador das escolhas pedagógicas de Daniel. Como amplificador, a argumentação atuou influenciando tanto a escolha das estratégias que seriam usadas na condução da aula com o objetivo de fomentar as interações entre os alunos e criar/manter um ambiente propício a argumentação, quanto a escolha de instrumentos/experimentos que ajudariam os alunos a coletar dados e evidências para construir argumentos consistentes. Ou seja, tivemos evidências da articulação entre a argumentação como amplificador e o ePCKp e ePCKt de Daniel.

Ademais, a atuação da argumentação como orientação e como objeto corrobora as ideias defendidas por Ibraim e Justi (2019). De acordo com as autoras, a argumentação pode desempenhar papéis distintos no PCK dos professores, uma vez que ela, como prática científica é parte da estrutura sintática do conhecimento do conteúdo dos professores. Por exemplo, ela pode ser (i) orientação para o ensino das ciências, se for pensado como uma proposta e um dos objetivos de ensino das ciências; (ii) estratégias instrucionais em ciências, uma vez que podem

ser usadas para ajudar os alunos a compreender alguns conceitos científicos ou para ajudá-los a compreender o porquê de suas respostas não serem adequadas; e, (iii) parte do conhecimento curricular dos professores, ao integrar o conhecimento sobre como organizar o currículo para desenvolver as competências argumentativas dos alunos. Portanto, a argumentação pode estar relacionada tanto ao objeto de ensino quanto a um tipo de estratégia para o ensino de conhecimentos científicos.

Como destacado por Ibraim e Justi (2019), nosso trabalho mostrou a partir dos resultados que a argumentação tomou diferentes papéis em uma situação de ensino de conhecimento científico em um contexto argumentativo. Como ela tem diferentes papéis, podemos pensar na articulação dela com os conhecimentos do professor. Essa articulação com os conhecimentos docentes pode ser feita com o uso do RCM. Nossos resultados mostraram que o RCM é um modelo que possibilita o entendimento das articulações entre as dimensões do PCK e os papéis que a argumentação tomou em uma situação real de ensino. Dessa forma, temos um indicativo que não há necessidade de outros modelos de PCK para caracterizar os conhecimentos dos professores.

Uma implicação desse estudo seria que podemos deixar de pensar na caracterização dos tipos de conhecimentos que o professor possui, para podermos pensar em compreender as articulações entre os diferentes tipos de conhecimento em contexto de ensino. Isso nos permitiria entender como os professores utilizam a argumentação em sala de aula e, a partir disso, fortalecer as ações formativas. Quanto mais compreendermos esse uso, mais poderemos aprimorar a formação docente para essa prática.

Outro fator observado foi a crença pessoal de Daniel em relação à aprendizagem dos alunos. Sua crença sobre quais fatores relacionados às ilhas de calor os alunos deveriam discutir filtrou a ação dele em sala de aula, guiando-o a conduzir a discussão para os fatores que ele considerava importante. Além disso, as respostas dos alunos foram decisivas na determinação do curso da aula. Em diversos momentos dos episódios percebemos a influência dos resultados dos alunos, seja filtrando ou amplificando as ações de Daniel. Ou seja, tivemos evidências da articulação entre crença pessoal como filtro e resultados dos alunos como filtro e amplificador com ePCKp, ePCKt e ePCKr. Dessa forma, nossos resultados evidenciam que a manifestação do pPCK e do ePCK de Daniel é interdependente e influenciada por diversos fatores, reforçando a natureza cíclica do raciocínio pedagógico.

Um ponto importante a ser destacado é como nossos resultados deixam claro a importância dos alunos na atuação dos professores em sala de aula. Esses atores possuem um papel importante quando pensamos na mobilização total do ePCK de um professor. Como vimos neste trabalho, os resultados dos alunos têm forte influência na ação de um professor em sala de aula, uma resposta diferente da esperada pode filtrar ou amplificar a ação do professor. Pode filtrar a ação no sentido de o professor refletir e agir rapidamente sobre um direcionamento a ser dado na discussão ou pode amplificar a ação no sentido de o professor refletir e agir oportunizando a discussão de algo que não estava inicialmente planejado. Vemos a partir disso que os resultados dos alunos interferem e mobilizam as três esferas do ePCK (ePCKp, ePCKt e ePCKr), ou seja, a prática em sala de aula possibilita a mobilização total do ePCK. O que é esperado pelo RCM, uma vez que os únicos atores presentes no círculo do ePCK são os alunos.

Diante disso, nossos resultados mostram que os estudantes desempenham um papel ativo no processo de ensino, o que tem implicações diretas na mobilização dos conhecimentos docentes. Considerando a relevância desses sujeitos para o desenvolvimento e a mobilização do conhecimento do professor, torna-se essencial refletir sobre a necessidade de a formação inicial incluir experiências práticas. André e colaboradoras (2023) criticam a formação inicial de professores que não envolve atividades reais de ensino ou, ao menos, atividades simuladas. Nossos resultados reforçam essa crítica, indicando que, para formar professores preparados para lecionar em contextos que envolvem práticas científicas, é fundamental que a formação ocorra dentro do próprio ambiente escolar. Apenas propor a elaboração e avaliação de planejamentos é insuficiente quando o objetivo é mobilizar o ePCK de forma efetiva.

Pensar na mobilização total do ePCK em situações reais de sala de aula é de suma importância se quisermos investigar a mudança do pPCK de um professor e o impacto destas mudanças no ensino progressivo de um conteúdo científico. Há na literatura, estudos interessantes e importantes (Coetzee; Rollnick; Gaigher, 2022; Fernandes Goes; Fernández, 2025) que têm se dedicado a investigar a manifestação e a integração dos conhecimentos da base do PCK no ePCK de professores. Nesses estudos, como a investigação parte da análise da integração dos conhecimentos da base do PCK, não existe uma discussão explícita sobre os resultados dos alunos na prática do professor e na mudança do seu pPCK. A ausência desta discussão nestes estudos não é um problema, uma vez que eles não se propuseram a investigar isso. Entretanto acreditamos que a investigação e a discussão do impacto dos resultados dos alunos na mobilização total do ePCK é importante para o entendimento de como essa dimensão do PCK informa o pPCK.

Uma limitação deste estudo foi não termos conseguido capturar a influência do ePCK no pPCK de Daniel, uma vez que não tínhamos dados suficientes para mostrar a articulação bidirecional destas duas dimensões. Acreditamos que entender como ocorre empiricamente a articulação bidirecional do pPCK e ePCK é de suma importância se pensarmos em oportunizar nos cursos de formação situações em que o pPCK do professor em formação pode se desenvolver.

Outra implicação deste estudo seria pensarmos em pesquisas que investigariam a articulação bidirecional do pPCK e ePCK a longo prazo em um contexto de ensino envolvendo argumentação. Ao pensarmos nas dificuldades de condução de situações argumentativas em sala de aula real ou simulada por professores em exercício e em formação relatada na literatura (Aydeniz; Ozdilek, 2016; Ibrahim; Justi, 2016; McNeill; Knight, 2013), estas pesquisas poderiam contribuir para o desenvolvimento de cursos de formação em argumentação mais coerentes e efetivos. Ao pensarmos em como a argumentação atua como amplificador e filtro em um contexto de ensino argumentativo e entendermos como ocorre a articulação das três esferas de ePCK e a influência disto no pPCK, poderíamos identificar quais fatores poderiam ajudar a desenvolver o PCK dos professores em formação para o ensino de conteúdos científicos em contextos argumentativos e assim contribuir para a reformulação dos cursos de formação.

## REFERÊNCIAS

- ALONZO, A. C.; BERRY, A.; NILSSON, P. Unpacking the Complexity of Science Teachers' PCK in Action: Enacted and Personal PCK. Em: ANNE HUME; REBECCA COOPER; ANDREAS BOROWSKI (Eds.). **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science**. [s.l: s.n.].
- ANDRÉ, R. R. S.; SANTOS, R.; IBRAIM, S. DE S. AÇÕES FAVORÁVEIS AO ENSINO ENVOLVENDO ARGUMENTAÇÃO E REFLEXÕES MANIFESTADAS POR LICENCIANDAS NO CICLO PEDAGÓGICO. **Investigacoes em Ensino de Ciencias**, v. 28, n. 3, p. 66–69, 1 dez. 2023.
- AYDENIZ, M.; OZDILEK, Z. Assessing and Enhancing Pre-service Science Teachers' Self-Efficacy to Teach Science Through Argumentation: Challenges and Possible Solutions. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 14, n. 7, p. 1255–1273, 1 out. 2016.
- BELEI, R. A; GIMENIZ-PASCHOAL, S, R; NASCIMENTO, E, N; MATSUMOTO, P, H, V, R. O uso de entrevista, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de Educação | FaE/PPGE/UFPel**, p. 187–199, 1 jan. 2008.
- BORGES, T. D. B.; LIMA, V. M. R. Argumentação em sala de aula: aspectos favorecedores do seu desenvolvimento e aproximações com a educação pela pesquisa. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 6, p. 1–17, 29 dez. 2021.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação**, 2018. Acesso em: 5 jun. 2023
- CARLSON, J.; DAEHLER, K. R. The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. Em: HUME, A.; COOPER, R.; BOROWSKI, A. (Eds.). **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science**. [s.l.] Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2019. p. 77–92.
- COETZEE, C.; ROLLNICK, M.; GAIGHER, E. Teaching Electromagnetism for the First Time: a Case Study of Pre-service Science Teachers' Enacted Pedagogical Content Knowledge. **Research in Science Education**, v. 52, n. 1, p. 357–378, 1 fev. 2022.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287–312, 2000.
- FELDMAN, A. Decision Making in the Practical Domain: A Model of Practical Conceptual Change. **John Wiley & Sons, Inc. Sci Ed**, v. 84, p. 606–623, 2000.
- FERNANDES GOES, L.; FERNÁNDEZ, C. Mapeando as integrações dos componentes do conhecimento pedagógico do conteúdo: um estudo com licenciandos de Química no programa de residência pedagógica. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 57, p. 256–278, 1 jan. 2025.
- 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, ago. 2015.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. PROPÓSITOS EPISTÊMICOS PARA A PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO EM AULAS INVESTIGATIVAS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42, 18 abr. 2017.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GESS-NEWSOME, J. A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. Em: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAN, J. (Eds.). **RE-EXAMINING PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE IN SCIENCE EDUCATION**. New York: Routledge, 2015. p. 28–42.

GIL, A. C. **MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA SOCIAL**. Atlas ed. [s.l: s.n.].

HENDERSON, J. B. et al. Key challenges and future directions for educational research on scientific argumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 55, n. 1, p. 5–18, 1 jan. 2018.

IBRAIM, S. DE S.; JUSTI, R. Teachers' knowledge in argumentation: contributions from an explicit teaching in an initial teacher education programme. **International Journal of Science Education**, v. 38, n. 12, p. 1996–2025, 12 ago. 2016.

IBRAIM, S. DE S.; JUSTI, R. Influências de um ensino explícito de argumentação no desenvolvimento dos conhecimentos docentes de licenciandos em Química. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, n. 4, p. 995–1015, dez. 2017.

IBRAIM, S. DE S.; JUSTI, R. AÇÕES DOCENTES FAVORÁVEIS AO ENSINO ENVOLVENDO ARGUMENTAÇÃO: ESTUDO DA PRÁTICA DE UMA PROFESSORA DE QUÍMICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 311–330, 30 ago. 2018.

IBRAIM, S. DE S.; JUSTI, R. Discussing Paths Trodden by PCK: an Invitation to Reflection. **Research in Science Education**, v. 51, n. 2, p. 699–724, 1 out. 2019.

IBRAIM, S. DE S.; JUSTI, R. ACTIONS THAT CONTRIBUTE TO SCIENCE TEACHING INVOLVING ARGUMENTATION AND THEIR RELATIONSHIPS WITH PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 1, p. 388–414, 1 maio 2022.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Designing Argumentation Learning Environments. Em: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. [s.l: s.n.]. p. 91–115.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave - Competencias em argumentación y uso de pruebas**. [s.l: s.n.].

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in Science Education: An Overview. Em: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. [s.l: s.n.]. p. 3–27.

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**, v. 41, n. 4, p. 370–391, abr. 2004.

LOURENÇO, A. B.; ABIB, M. L. V. DOS S.; MURILLO, F. J. Aprendendo a ensinar e a argumentar: Saberes de Argumentação Docente na formação de futuros professores de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 295–316, 2016.

MARTINS, M. et al. Análise de Conhecimentos Docentes Sobre Argumentação: Um Estudo dos Portfólios dos Licenciandos em Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 22, p. e39377-27, 21 dez. 2022.

MCNEILL, K. L. et al. Pedagogical content knowledge of argumentation: Using classroom contexts to assess high-quality PCK rather than pseudoargumentation. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 53, n. 2, p. 261–290, 1 fev. 2016.

MCNEILL, K. L.; KNIGHT, A. M. Teachers' pedagogical content knowledge of scientific argumentation: The impact of professional development on K-12 teachers. **Science Education**, v. 97, n. 6, p. 936–972, nov. 2013.

MCNEILL, K. L.; KRAJCIK, J. Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 1, p. 53–78, jan. 2008.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. ATIVIDADE DISCURSIVA NAS SALAS DE AULA DE CIÊNCIAS: UMA FERRAMENTA SOCIOCULTURAL PARA ANALISAR E PLANEJAR O ENSINO. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283–306, 2002.

NEWTON, P.; DRIVER, R.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal of Science Education**, p. 553–576, 1999.

OZDEM, Y. et al. The Nature of Pre-service Science Teachers' Argumentation in Inquiry-oriented Laboratory Context. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 15, p. 2559–2586, out. 2013.

SAMPSON, V.; BLANCHARD, M. R. Science Teachers and Scientific Argumentation: Trends in Views and Practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 49, n. 9, p. 1122–1148, nov. 2012.

ŞEN, M.; DEMIRDÖĞEN, B. Seeking Traces of Filters and Amplifiers as Pre-service Teachers Perform their Pedagogical Content Knowledge. **Science Education International**, v. 34, n. 1, p. 58–68, 2023.

SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, 1987.

SHULMAN, L. S. PCK: Its genesis and exodus. Em: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAN, J. (Eds.). **RE-EXAMINING PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE IN SCIENCE EDUCATION**. New York: Routledge, 2015. p. 3–13.

SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 2–3, p. 235–260, 2006.

TOULMIN, S. **The uses of argument**. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1958.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F. DE; BERNARDO, J. R. DA R. O JÚRI SIMULADO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA PROMOVER ARGUMENTAÇÕES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA: O PROBLEMA DO “GATO”. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 16, n. 3, p. 203–226, dez. 2014.

WESS, R.; PRIEMER, B.; PARCHMANN, I. Professional development programs to improve science teachers’ skills in the facilitation of argumentation in science classroom—a systematic review. **Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research**, v. 5, n. 1, p. 9, 20 jun. 2023.

YAMAMOTO, T.; KAMIYAMA, S. Evaluation of an Elementary Teacher Education Program to Promote Argument Instruction. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 18, n. 5, p. 2104, 2022.

YIN, R. K. **ESTUDO DE CASO: Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre: [s.n.].

ZEMBAL-SAUL, C. **Learning to teach elementary school science as argument**. **Science Education**, jul. 2009.

ZOHAR, A. Science Teacher Education and Professional Development in Argumentation. Em: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. [s.l: s.n.]. p. 245–268.

**APÊNDICE 1 – QUESTÃO PROBLEMA: CURSOS DE LICENCIATURA**

Leia abaixo o trecho de uma reportagem fictícia:

**Jornal Notícia da Hora****Notícia publicada às 10:00 do dia 21/06/2023****Conheça Tudo sobre o Movimento “Abaixo à Profissão Docente!!”**

Nos últimos dias um movimento tem chamado a atenção da população e comunidade de professores, o Movimento “Abaixo à Profissão Docente” tem feito barulho nas redes sociais sobre a real necessidade da existência de cursos de licenciatura na educação superior. A ideia que eles têm defendido é que não é necessário ter profissionais formados especificamente para dar aulas, uma vez que um graduado em uma área de conhecimento é capaz de ensinar conteúdos curriculares daquela área. Por exemplo, um graduado em química bacharel tem todos os conhecimentos necessários para ensinar conteúdos de química na Educação Básica, não sendo necessária uma formação específica para isso. Portanto, um curso de licenciatura é descartável, sendo melhor seu encerramento de acordo com o movimento.

Conversamos com líderes do movimento “Abaixo à Profissão Docente!!” sobre (...)

A reportagem fictícia acima apresenta a discussão do fim dos cursos de licenciatura na visão do Movimento “Abaixo à Profissão Docente!!”. Considerando o argumento apresentado na reportagem, como você argumentaria a favor da especificidade do curso de licenciatura, isto é, como você defenderia a existência e permanência da profissão de professor por meio da formação no ensino superior?

## APÊNDICE 2 – ATIVIDADE TERRAPLANISMO

### **Na vida de professor, todo dia é uma surpresa diferente!**

Patrícia é uma professora de química recém-formada e leciona há pouco tempo na Escola Florescer para Crescer, ela ainda está adquirindo experiência como docente e todos os dias são recheados de acontecimentos interessantes por causa de seus alunos do ensino médio.

Patrícia leciona em todas as séries e tem um carinho especial com os alunos do primeiro ano, já que eles têm mais curiosidade do que os alunos mais velhos. Sempre que ia dar aulas no primeiro ano, ela precisava acalmar o coração porque sabia que, provavelmente, viriam questionamentos que a deixariam de cabelo em pé e pelo jeito, hoje não seria diferente.

Ao chegar na turma do primeiro ano, Patrícia foi bombardeada com falas simultâneas de seus alunos.

**Enzo** – Prof! O Gabriel tá falando que a Terra é plana! Explica para ele que a Terra não é plana, ele não desiste da ideia.

**Amanda** – É fessora! A gente já falou que isso é mentira, que a terra é redonda, mas ele não acredita.

**Patrícia** – Calma gente! Vamos nos sentar primeiro e respirar, ok?

Depois de todos sentados, Patrícia deu voz aos alunos para entender todo o alvoroço.

**Patrícia** – Me expliquem o que está acontecendo.

**Enzo** – Então prof, é o seguinte: a gente estava conversando no recreio e surgiu o assunto das teorias da conspiração. Aí acabamos falando da Terra plana e para a nossa surpresa o Gabriel falou que não era teoria da conspiração, mas sim verdade.

**Gabriel** – Claro que é verdade! Existem diversas provas que a Terra é plana. Por exemplo: sempre que olhamos para o horizonte vemos uma linha reta, não conseguimos ver a suposta curvatura da terra, nem mesmo se estivermos muito distantes ou em um prédio muito alto. Já fizeram experimentos comprovando isso, procurem o documentário Terra Convexa<sup>12</sup> no YouTube. E não é só isso não! A teoria da Terra Plana é bem coerente.

**Amanda** – Até parece!

---

<sup>12</sup> <https://youtu.be/rBE1VbjxPCU>

**Gabriel** – É sim! Na teoria da Terra Plana a Terra não se move, o movimento de translação cabe ao sol, que gira sobre o disco terrestre. O Sol se movimenta em espiral, ao mesmo tempo em que dá a volta no centro vai de um trópico a outro. Onde ele está mais perto é verão e onde está mais longe é inverno, ou seja, isso explica as estações do ano. Os dias e noites são explicados pelo giro que o Sol dá em torno do Polo Norte, onde ele completa a volta em um dia, assim é dia na área em que os raios solares incidem e é noite aonde eles não chegam.

Gabriel tomou uma água e continuou.

**Gabriel** – Além disso, como vocês explicam que as pessoas não podem ir para a Antártida? Sabem por quê? É por causa que a Antártida ocupa a borda do planeta, funcionando como uma parede para o oceano. É um lugar proibido para pessoas comuns e pode ser visitado apenas em pontos controlados pelas autoridades para que ninguém descubra que a Terra é plana. E sabem o que mais?

**Enzo** – Lá vem!

**Gabriel** – A gravidade é um conceito que não existe! Ela é usada apenas para explicar coisas que não entendemos e confirmar a teoria da Terra esférica. Todas as aplicações da gravidade podem ser explicadas pela densidade, ou seja, os mais pesados ficam em baixo e os mais leves ficam em cima. E não acaba aí! A Lua gira em um compasso diferente do Sol, encontrando-o algumas vezes. Quando isso acontece, ela armazena radiação solar até ficar cheia e em seguida, começa a se esvaziar até cruzar novamente com o Sol. Isso explica as fases lunares.

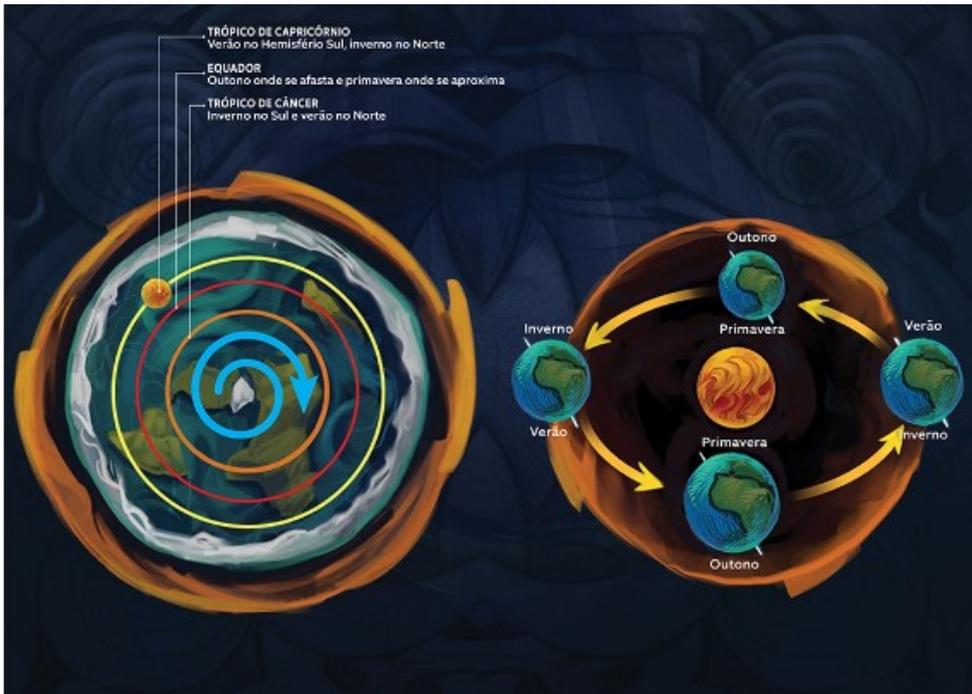
**Amanda** – Professora, socorro! Ajuda a gente a explicar para o Gabriel?

**Enzo** – Credo, o Gabriel só fala o que está nesse documentário! Vou até assistir essa loucura!

**Gabriel** - Você tem que ver esse documentário! E tem também imagens que comprovam isso, quando você vê as imagens não tem como não acreditar!!! Olha aqui...



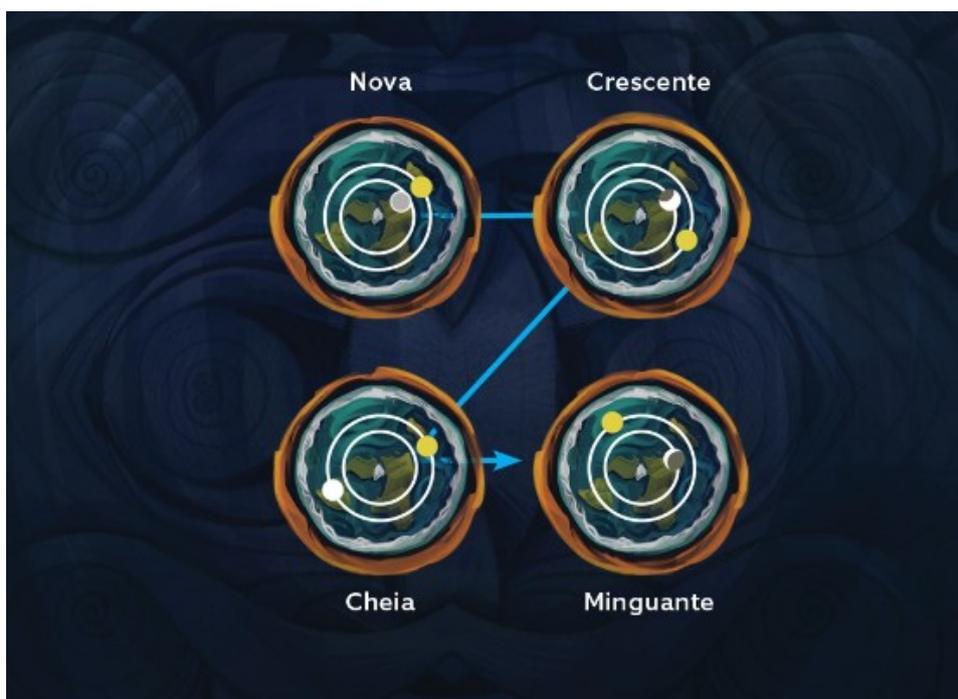
Estações do Ano



Antártida



### Fases da Lua



Você está no papel da professora Patrícia que ouve tudo com atenção, e precisa ajudar seus alunos a resolverem essa discussão por meio da argumentação, isto é convencer Gabriel que a teoria da Terra plana é inconsistente e apresentar argumentos a favor da teoria da Terra esférica.

**APÊNDICE 3 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL: AO INFINITO E ALÉM!**

Você deve construir um foguete de garrafa PET para que ele suba o mais alto possível, usando como ‘combustível’ bicarbonato de sódio e vinagre. Você pode realizar algumas tentativas (máximo 3), para cada uma delas anote no quadro: a massa de bicarbonato de sódio (em gramas); o volume de vinagre (mL); e, suas observações sobre os resultados de cada lançamento:

<b>Lançamento</b>	<b>Quantidades</b>	<b>Observação</b>
<b>1</b>		
<b>2</b>		
<b>3</b>		

**Discussão:**

1. Os resultados do lançamento dos foguetes foram os mesmos? Se sim, quais foram as semelhanças? Se não, quais foram as diferenças?
2. Quais evidências apoiam as suas conclusões sobre a diferença no lançamento dos foguetes?
3. O que você acha que pode estar acontecendo em nível submicroscópico durante o lançamento dos foguetes? Formule um modelo que justifique o comportamento do sistema em cada lançamento.
4. O modelo criado na questão anterior pode ser usado para explicar o resultado dos diferentes lançamentos? Por quê?
5. Formule um argumento sobre o fenômeno observado nos diferentes lançamentos, que esteja embasado nas evidências e justificativa mencionadas por você nas questões anteriores.

## APENDICE 4 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL: UAI! ISSO É SÓLIDO OU LÍQUIDO

### Materiais:

- Amido de milho
- Água
- Bacia ou Vasilha
- Béquero de 250 mL

### Procedimentos:

#### Parte A

Responda à questão abaixo e, em seguida, faça os procedimentos indicados:

Questão: O que vocês acham que vai acontecer ao misturar a proporção de dois béqueres de amido de milho para um béquer de água em uma vasilha?

#### PROCEDIMENTO

1. Coloque 2 béqueres de 250 mL de amido de milho em uma vasilha. OBS: Coloque o amido de milho até a marcação de 250 mL do béquer.
2. Adicione 250 mL de água na vasilha em que está o amido de milho.
3. Mexa o amido de milho e a água.
4. Afunde lentamente a mão na mistura e anote suas observações.
5. Tire a mão da mistura lentamente e anote suas observações.
6. Afunde novamente a mão na mistura e, desta vez, retire a mão rapidamente. Anote suas observações.
7. Afunde rapidamente a mão na mistura e anote suas observações.
8. Pegue uma porção da mistura na mão aplicando força continuamente e anote suas observações.
9. Pegue uma porção da mistura na mão sem aplicar força e anote suas observações.

Ação	Observações

**Parte B**

Responda à questão abaixo e, em seguida, faça os procedimentos indicados:

Questão: O que vocês acham que vai acontecer ao misturar a proporção de três béqueres de amido de milho para um béquer de água em uma vasilha?

**PROCEDIMENTO**

1. Coloque 1 béquer de amido de milho na vasilha da parte A. OBS: Coloque o amido de milho até a marcação de 250 mL do béquer.
2. Não é necessário adicionar mais água.
3. Mexa a mistura.
4. Afunde lentamente a mão na mistura e anote suas observações.
5. Tire a mão da mistura lentamente e anote suas observações.
6. Afunde novamente a mão na mistura e desta vez retire a mão rapidamente. Anote suas observações.
7. Afunde rapidamente a mão na mistura e anote suas observações.
8. Pegue uma porção da mistura na mão aplicando força continuamente e anote suas observações.
9. Pegue uma porção da mistura na mão sem aplicar força e anote suas observações.

Ação	Observações

**Parte C**

Responda à questão abaixo e, em seguida, faça os procedimentos indicados:

Questão: O que vocês acham que vai acontecer ao misturar a proporção de três béqueres e meio de amido de milho para um béquer de água em uma vasilha?

**PROCEDIMENTO**

1. Coloque mais 100mL ou 150mL da marcação do béquer de amido de milho na mesma vasilha.
2. Não é necessário adicionar mais água.
3. Mexa a mistura.
4. Afunde lentamente a mão na mistura e anote suas observações.
5. Tire a mão da mistura lentamente e anote suas observações.

6. Afunde novamente a mão na mistura e desta vez retire a mão rapidamente. Anote suas observações.
7. Afunde rapidamente a mão na mistura e anote suas observações.
8. Pegue uma porção da mistura na mão aplicando força continuamente e anote suas observações.
9. Pegue uma porção da mistura na mão sem aplicar força e anote suas observações.

Ação	Observações

**Discussão:**

1. O comportamento da mistura de amido de milho e água foi o mesmo nas partes A, B e C? Se sim, quais foram as semelhanças? Se não, quais foram as diferenças?
2. O que você acha que pode estar acontecendo no nível submicroscópico durante as ações 4, 5 e 9 realizadas na mistura na parte A? E na parte B e C? Formule um modelo que explique o comportamento do sistema em cada mistura.
3. Agora, pensando nas ações 6, 7 e 8, o que você acha que pode estar acontecendo no nível submicroscópico nas misturas das partes A, B e C? Formule um modelo que explique os comportamentos observados.
4. Quais evidências apoiam sua explicação na questão anterior?
5. Formule um argumento embasado nas evidências mencionados por você na questão 4 que explique o fenômeno observado nas partes A, B e C.

## APÊNDICE 5 – QSC E ARGUMENTAÇÃO

A partir da leitura do texto, responda:

1. Selecione e apresente detalhadamente uma temática a ser desenvolvida em uma questão sociocientífica.
2. Justifique a adequação da temática escolhida para proposta de ensino a partir de questões sociocientíficas – isto é, por que a temática selecionada pode ser considerada sociocientífica? Use elementos do texto para fundamentar sua resposta.
3. Justifique a relevância e a pertinência da temática selecionada para o contexto de ensino médio.
4. Apresente como a questão sociocientífica poderia ser trabalhada em sala de aula envolvendo argumentação. Para isso, explicito o problema a ser discutido com os estudantes, a estratégia adotada e como a argumentação poderia ser desenvolvida nesse contexto.

## APÊNDICE 6 – QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM PCK E ARGUMENTAÇÃO

### PCK

1. Qual tópico de conteúdo científico foi escolhido para a construção dos planejamentos? Por que esse tópico foi escolhido?
2. O que você objetiva que os alunos aprendam sobre esse tópico de conteúdo? Por que é importante que os alunos saibam disso em relação a este tópico de conteúdo?
3. Considerando o que foi apontado como objetivo de ensino, o que mais você sabe sobre essa ideia/conteúdo/conceito/tópico (e não pretende ensinar aos alunos)? Por quê?
4. O que torna esse tópico de conteúdo fácil ou difícil de entender?
5. De forma geral, quais são as dificuldades/limitações relacionadas com o ensino desse tópico de conteúdo?
6. O que você considera difícil de ensinar sobre esse tópico de conteúdo?
7. O que os estudantes deveriam saber antes para aprender esse tópico de conteúdo? Por quê?
8. Quais dificuldades os alunos podem ter ao aprender esse tópico de conteúdo?
9. Quais concepções alternativas dos alunos podem influenciar o ensino do tópico de conteúdo?
10. Existem outros fatores que influenciam o ensino desse tópico de conteúdo?
11. Quais são as estratégias de ensino escolhidas e razões específicas para usá-las para esse tópico de conteúdo?
12. Que perguntas você considera importante fazer nestas estratégias de ensino?
13. Como você pretende avaliar a aprendizagem dos alunos em torno desse tópico de conteúdo?

### Argumentação

1. O que você objetiva que os alunos aprendam sobre argumentação? Por que é importante que eles aprendam isso?
2. Considerando o que foi apontado como objetivo, o que mais você sabe sobre argumentação (e não pretende ensinar aos alunos)? Por quê? O que torna esse tópico de conteúdo fácil ou difícil de entender?
3. De forma geral, quais são as dificuldades/limitações relacionadas ao processo argumentativo em sala de aula

4. O que você considera difícil em relação ao processo argumentativo em sala de aula?
5. Quais dificuldades os alunos podem ter ao participarem do processo argumentativo em sala de aula?
6. Existem outros fatores que influenciam o processo argumentativo em sala de aula e a participação dos estudantes?
7. Quais são as estratégias de ensino escolhidas e razões específicas para usá-las frente a argumentação? Por quê?
8. Como você pretende avaliar os alunos em torno da argumentação?

## APÊNDICE 7 – QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS-APLICAÇÃO

### Pré-Aplicação

- 1) Como você idealizou a aula de hoje?
- 2) Quais problemas ou imprevistos você acha que podem surgir na aplicação de hoje?
- 3) Você se sente preparado para a aula de hoje? Por quê?
- 4) Você se sente preparado para conduzir e promover situações argumentativas durante a aula? Por quê?
- 5) Você se sente inseguro sobre a aula de hoje? Por quê? Que tipo de insegurança/anseio você tem?
- 6) Como você espera que os alunos se engajem na argumentação? Por quê?
- 7) Como você pretende instigar a argumentação dos alunos? E entre eles?
- 8) Como você pretende avaliar a argumentação dos alunos durante a aula? Por quê?

### Pós-Aplicação

- 1) Pensando na sua idealização da aula de hoje, ela ocorreu como você esperava? Por quê?
- 2) Foi necessário alterar seu planejamento durante a aula? Se sim, por quê? Quais ações suas foram alteradas?
- 3) Os alunos interagiram da maneira que você esperava? Justifique.
- 4) Se não interagiram, houve alteração na sua prática pedagógica em decorrência disso? Se sim, quais?
- 5) A maneira que você pensou em instigar a argumentação dos alunos e entre eles funcionou? Justifique.
- 6) Caso os alunos não tenham argumentado, você alterou o seu planejamento visando contribuir para a argumentação em sala? De que forma? Por quê?
- 7) Você conseguiu avaliar a argumentação dos alunos? Se sim, como você fez essa avaliação? Se não, por quê?

## ANEXO 1 – ATIVIDADE CRÂNIO DO COPÉRNICO

### En la práctica

#### ¿Pertenece a Copérnico estos restos?

El astrónomo Nicolás Copérnico (1473–1543) articuló la idea de que la Tierra giraba alrededor del Sol y no al revés recopilando datos que la apoyaban. Copérnico vivió los últimos años de su vida en Frombork (Polonia), donde murió a los 70 años. En el siglo XVII, durante una invasión de Polonia por Suecia, parte de su biblioteca fue llevada a este país, y hoy se encuentra en Upsala. Se decía que había sido enterrado en la catedral de Frombork, pero allí no hay ninguna tumba con su nombre (lo que en esa época no era raro). Durante muchos años arqueólogos de distintos países buscaron en vano sus restos.

En agosto de 2005 un equipo dirigido por Jerzy Gassowski encontró bajo el suelo de la catedral de Frombork, cerca de un altar, unos restos que atribuyeron a Copérnico: un cráneo, vértebras, un fémur y algunos dientes. La identificación inicial se basó en semejanzas entre el cráneo y retratos de Copérnico, como la nariz rota y una cicatriz sobre el ojo izquierdo.

Estudios forenses del cráneo indicaron que correspondía a un hombre de unos 70 años. El laboratorio forense de la policía de Polonia lo utilizó para hacer una reconstrucción informática del rostro del

hombre al que perteneció, que resultó semejante a los retratos de Copérnico (puede verse en: <http://news.bbc.co.uk/2/1/hileurope/7740908.stm>).

La experta sueca en genética Marie Allen analizó ADN extraído de un diente de ese cráneo, una vértebra y un fémur. Para compararlo, se localizaron, entre las páginas del libro *Calendarium Romanum Magnum* (que perteneció a Copérnico y ahora está en Upsala), cuatro cabellos. Este análisis del ADN permitió comprobar, en noviembre de 2008, que dos de esos cabellos, el diente y los huesos pertenecían a la misma persona.

Estos datos aparecieron en la prensa con titulares como: «El ADN confirma que los restos encontrados en 2005 son los de Copérnico», «Un esqueleto del siglo XVI identificado como el astrónomo Copérnico» o «Finaliza la búsqueda de la tumba del astrólogo Copérnico que ha durado dos siglos» (es un error, pues ser astrónomo y ser astrólogo no es lo mismo).

1. ¿Consideras que las pruebas son suficientes para identificar con Copérnico los restos encontrados? ¿Sería suficiente disponer únicamente de una o dos de ellas? Explicalo.

2. Haz una lista de todas las pruebas que se citan para identificar los restos, y ordénalas de más *específicas* (prueban que los restos son precisamente de Copérnico) a menos específicas (que sea alguien de su época o que comparta otras características con él). Justifícalo.
3. Ordena la lista de mayor a menor *fiabilidad*, es decir de la prueba que te parezca más convincente a la que te lo parezca menos. Explica por qué.
4. Piensa si para alguna o varias de esas pruebas habría una *explicación alternativa* a la propuesta (que el cráneo y los huesos pertenecen a Copérnico). Si alguna no prueba que el cuerpo es de Copérnico, ¿qué es lo que prueba?

COMENTARIOS: el *criterio de suficiencia* (punto 1) pone de manifiesto que algunas pruebas pueden apuntar en una dirección sin llegar a ser suficientes, como las mencionadas en 2005: nariz rota y cicatriz sobre el ojo. Esto es apuntado al utilizar la tarea en formación del profesorado. Es interesante discutir que si bien una sola no

sería suficiente, la acumulación de las dos (o más) incrementa la fiabilidad, al ser menos probable que coincidan. Que los restos sean de un varón es poco **específico**, pero forma parte del conjunto. Tampoco es muy específica, mas conviene tener en cuenta que en las catedrales (y cerca del altar) no se enterraba a cualquiera, sino únicamente a personajes ilustres. Es importante discutir explícitamente que, siendo alguna prueba poco relevante por separado, la acumulación otorga más fiabilidad a la conclusión.

La *especificidad* (punto 2), es decir que la prueba en cuestión se relacione con la conclusión examinada, es otro criterio importante en la selección de pruebas. En el texto aparecen siete pruebas, y un posible orden podría ser:

- Prueba de ADN.
- (a y b) Cicatriz sobre el ojo / nariz rota.
- Reconstrucción informática.
- Tumba en la catedral.
- Edad de 70 años.
- Varón (está implícito).

Aunque en algunos casos las pruebas más específicas (entre otras cosas por serlo) son las más fiables, en otros no es así. Puede mantenerse que el sexo masculino o la edad sólo prueban estrictamente que

la persona era un varón y que murió a los 70 años.

Una posible ordenación (punto 3) de mayor a menor fiabilidad (además de otras) podría ser:

- Prueba de ADN.
- (a y b) Cicatriz sobre el ojo / nariz rota.
- Edad de 70 años.
- Reconstrucción informática
- Varón.
- Tumba en la catedral.

La fiabilidad indica la probabilidad, según la prueba, de que los restos sean de Copérnico. Las pruebas de ADN tienen una fiabilidad superior al 99%. En cuanto a la cicatriz y la nariz rota, algunos estudiantes consideran una más fiable y otros otra; no prueban la identificación, sólo que es posible que los restos sean de Copérnico. La edad de 70

años tampoco prueba la identificación, sino que es compatible con las pruebas (una edad de 40 no lo sería). Algunos estudiantes indican que la reconstrucción informática no es tan fiable, al ser realizada conociendo los retratos del astrónomo, a diferencia de las policiales («retratos robot»).

Es importante que el alumnado tenga en cuenta que una prueba puede tener varias interpretaciones posibles (punto 4): por ejemplo, la del ADN muestra que los cabellos y el diente son de la misma persona, pero no que sean Copérnico, y podría explicarse porque esos libros los manejara también otra gente (como muestra que sólo dos de los cuatro cabellos correspondiesen a la misma persona que el diente). Esta otra persona sería también alguien ilustre, de ahí que fuese enterrado en la catedral.