

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Descoberta do gás oxigênio: argumentação a partir da controvérsia histórica e reflexões de professores em formação inicial sobre o papel do docente na condução de práticas argumentativas no ensino

Larissa Lisboa Maia
Magister Scientiae

**FLORESTAL - MINAS GERAIS
2025**

LARISSA LISBOA MAIA

Descoberta do gás oxigênio: argumentação a partir da controvérsia histórica e reflexões de professores em formação inicial sobre o papel do docente na condução de práticas argumentativas no ensino

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Profissional), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Poliana Flavia Maia

**FLORESTAL - MINAS GERAIS
2025**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal

T

Maia, Larissa Lisboa, 1998-

M217d
2025

Descoberta do gás oxigênio: argumentação a partir da controvérsia histórica e reflexões de professores em formação inicial sobre o papel docente na condução de práticas argumentativas no ensino / Larissa Lisboa Maia. – Florestal, MG, 2025.

1 dissertação eletrônica (111 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Poliana Flávia Maia.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, 2025.

Referências bibliográficas: f. 86-92.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvcaf.2025.021>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Professores - Formação. 2. Discussões e debates.
3. Ciência - Estudo. 4. Oxigênio. I. Maia, Poliana Flávia, 1982-. II. Universidade Federal de Viçosa. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. III. Título.

CDD 23. ed. 507

LARISSA LISBOA MAIA

Descoberta do gás oxigênio: argumentação a partir da controvérsia histórica e reflexões de professores em formação inicial sobre o papel do docente na condução de práticas argumentativas no ensino

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (Profissional), para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de agosto de 2025.

Assentimento:

Larissa Lisboa Maia
Autora

Poliana Flavia Maia
Orientadora

Essa dissertação mestrado profissional foi assinada digitalmente pela autora em 17/11/2025 às 15:01:58 e pela orientadora em 17/11/2025 às 19:49:42. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **Q2LB.6NHH.LS1Y** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me abençoar com a vida e por me permitir sonhar e alcançar caminhos maiores do que eu poderia imaginar.

Aos meus pais, André e Daniela, pelo incentivo e apoio incondicional em cada etapa da minha trajetória acadêmica. Agradeço especialmente pela compreensão diante das ausências nos momentos de total dedicação aos estudos.

À minha avó, Conceição, por se alegrar pelas minhas conquistas mais do que eu mesma. Sua força, fé e capacidade de celebrar cada passo meu com tanto entusiasmo sempre me deram ânimo para continuar.

Ao meu avô, José Ferreira (in memoriam), por ter me ensinado a nunca desistir dos meus sonhos e a ser perseverante, mesmo nos momentos difíceis e que pareciam impossíveis. Sua persistência sempre foi e será um exemplo para mim.

À Universidade Federal de Viçosa, por me oferecer a oportunidade de dar mais um passo na minha formação e por proporcionar o crescimento acadêmico e pessoal.

À minha professora e orientadora, Poliana Flávia Maia, por estar presente desde a graduação e por toda sua dedicação, escuta e orientação ao longo desses anos. Sua confiança e incentivo foram fundamentais para a construção desse trabalho e para meu desenvolvimento como pesquisadora.

À minha coorientadora, Stefannie de Sá Ibraim, pela valiosa contribuição teórica, pelo olhar cuidadoso e pelas sugestões que enriqueceram significativamente essa pesquisa.

Aos participantes desta pesquisa, por se disporem a colaborar e por se engajarem com interesse e comprometimento nas atividades propostas.

À Jeniffer Miranda, por todo o apoio durante o processo de coleta de dados.

Aos membros da banca avaliadora, pelo tempo dedicado à leitura desse trabalho e pelas contribuições enriquecedoras.

A todos que, de alguma forma, caminharam comigo nessa jornada, deixo aqui minha sincera gratidão.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

MAIA, Larissa Lisboa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2025. **Descoberta do gás oxigênio: argumentação a partir da controvérsia histórica e reflexões de professores em formação inicial sobre o papel do docente na condução de práticas argumentativas no ensino.** Orientadora: Poliana Flavia Maia.

Pesquisas em Educação em Ciências destacam a importância da argumentação como prática fundamental para a construção do conhecimento científico e desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo de estudantes e professores. Nessa perspectiva e diante da lacuna identificada na literatura quanto às ações docentes necessárias para o ensino de argumentação, esse trabalho investigou como professores em formação inicial (PFI) elaboram argumentos em uma situação de controvérsia histórica e quais reflexões manifestam sobre o papel docente na condução de práticas argumentativas no ensino de Ciências. A investigação foi conduzida com licenciandos dos últimos períodos do curso de Licenciatura em Química, no contexto de uma disciplina obrigatória de Ensino de Química, e envolveu a aplicação de uma sequência de ensino estruturada com base nas Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo a Argumentação (AFEEA). A sequência teve como temática a controvérsia histórica sobre a descoberta do gás oxigênio, explorada por meio de textos históricos, vídeos e um debate entre os participantes. A pesquisa, de caráter qualitativo, organizou-se como um estudo de caso e analisou produções escritas, registros reflexivos e transcrições do debate. Os resultados indicaram avanços significativos na complexidade dos argumentos elaborados, com presença de evidências, analogias e articulações entre dados históricos e científicos, além de refutações. Os PFI também demonstraram maior compreensão sobre o papel do professor como mediador do processo argumentativo, reconhecendo os desafios e a importância de planejar estratégias que favoreçam o debate e a justificação de ideias em sala de aula. Conclui-se que a sequência proposta, aliada à mediação docente intencional e à abordagem explícita da argumentação, favoreceu o desenvolvimento de habilidades argumentativas e corroborou com uma postura reflexiva dos futuros professores frente ao ensino de Ciências.

Palavras-chave: formação inicial de professores; argumentação; ações docentes; ensino de Ciências; controvérsias históricas; descoberta do gás oxigênio

ABSTRACT

MAIA, Larissa Lisboa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2025. **Discovery of oxygen gas: argumentation based on historical controversy and reflections of pre-service teachers about the teaching role in conducting argumentative practices in teaching..** Adviser: Poliana Flavia Maia.

Research in Science Education highlights the importance of argumentation as a fundamental practice for the construction of scientific knowledge and the development of critical and reflective thinking among students and teachers. From this perspective and given the gap identified in the literature regarding the teaching actions necessary for teaching argumentation, this study investigated how preservice teachers (PFI) develop arguments in a situation of historical controversy and what reflections they express about the teaching role in conducting argumentative practices in science teaching. The investigation was conducted with undergraduate students in the final semesters of the Chemistry Degree course, in the context of a mandatory Chemistry Teaching discipline, and involved the application of a structured teaching sequence based on Actions Favorable to Teaching Involving Argumentation (AFEEA). The sequence had as its theme the historical controversy over the discovery of oxygen gas, explored through historical texts, videos and a debate among the participants. The research, of a qualitative nature, was organized as a case study and analyzed written productions, reflective records and transcripts of the debate. The results indicated significant advances in the complexity of the arguments developed, with the presence of evidence, analogies and connections between historical and scientific data, in addition to refutations. The PFI also demonstrated a greater understanding of the role of the teacher as a mediator of the argumentative process, recognizing the challenges and importance of planning strategies that favor debate and the justification of ideas in the classroom. It is concluded that the proposed sequence, combined with intentional teacher mediation and the explicit approach to argumentation, favored the development of argumentative skills and corroborated a reflective stance of future teachers regarding the teaching of science.

Keywords: initial teacher training; argumentation; teaching actions; science teaching; historical controversies; discovery of oxygen gas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Argumentação como abordagem de ensino de Ciências e o desenvolvimento de habilidades argumentativas	13
2.1.1 Análise de habilidades argumentativas.....	17
2.2 Os conhecimentos docentes no desenvolvimento argumentativo dos estudantes	19
2.2.1 Conhecimentos para Ação Docente em Argumentação	21
2.2.2 Ações docentes favoráveis ao ensino por argumentação.....	25
2.2.3 Argumentação na formação de professores	29
2.3 Argumentação a partir de contextos históricos	30
2.3.1 Contexto Histórico: Descoberta do Gás Oxigênio.....	32
2.3.2 Contexto Histórico: Fritz Haber e o Prêmio Nobel de Química	33
2.3.3 Contexto Histórico: Teoria das Misturas Gasosas	35
2.3.4 Contexto Histórico: Visão Geral.....	36
3 OBJETIVO E QUESTÕES DE PESQUISA	39
3.1 Objetivo.....	39
3.2 Questões de Pesquisa.....	39
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS	40
4.1 Contextualização da Pesquisa.....	40
4.2 Coleta de Dados	42
4.2.1 Contexto da Coleta de Dados	42
4.2.1.1 Sequência de Ensino	43
4.3 Metodologia de Análise de Dados	46
5 RESULTADOS	48
5.1 Estudo de Caso	48
6 SÍNTESE DOS RESULTADOS	82
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES	85
REFERÊNCIAS	87
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	94
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	103

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 1.....	107
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 2.....	108
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO 3.....	110

1 INTRODUÇÃO

A argumentação como abordagem no ensino de Ciências tem ganhado destaque no cenário educacional devido a suas potencialidades (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007; Lamim; Queiroz, 2022; Sá; Queiroz, 2011). Em especial, podemos citar o seu potencial em promover o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos estudantes, uma vez que pode contribuir para o ensino *de* e *sobre* Ciências, além de contribuir no desenvolvimento da capacidade argumentativa (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007; Martins; Dutra-Pereira; Bortolai, 2022; Osborne; Erduran; Simon, 2004). O estímulo ao debate e à construção coletiva de conhecimentos permite que essa abordagem favoreça a compreensão de conceitos científicos, permitindo que os alunos relacionem o conteúdo teórico com situações práticas e cotidianas, o que auxilia na construção de significados e no desenvolvimento de habilidades cognitivas (Osborne; Erduran; Simon, 2004).

Em diferentes contextos internacionais, destacam-se justificativas políticas, além das acadêmicas, que defendem a inclusão da argumentação na educação científica (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007). No Brasil, a promoção de atividades que visam a argumentação na Educação Básica é prevista nas competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), atual documento normativo da educação no país:

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (BRASIL, 2018, p. 9).

Essa competência prevê o ato de argumentar com base em informações confiáveis e no uso de evidências, sendo fundamental para um posicionamento ético e informado dos estudantes, contribuindo, por exemplo, para uma tomada de posicionamento diante de questões socialmente relevantes.

É importante frisar que argumentar é diferente de expressar opiniões, pois “opiniões são declarações relativas à apresentação de uma posição ou ponto de vista frente a uma questão em discussão” (Gaspareto; Ibraim, 2021, p. 329),

enquanto um argumento é emitido quando há divergências sobre um determinado assunto e é necessário o uso de elementos que corroborem e sustentem a posição defendida. Logo, concordamos que:

a argumentação em tópicos científicos pode ser definida como a conexão entre afirmações e dados por meio de justificativas ou a avaliação de afirmações de conhecimento à luz de evidências, sejam empíricas ou teóricas. As afirmações científicas são assim diferenciadas das opiniões (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007, p. 13, tradução nossa).

Portanto, “argumentar consiste em avaliar afirmações baseadas em evidências, ou seja, reconhecer que conclusões e afirmações científicas devem ser justificadas, em outras palavras, apoiadas em evidências” (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 23, trad. nossa).

Por outro lado, um argumento consiste no “produto do processo de argumentação, na forma de relações entre o enunciado, objeto de avaliação e a evidência” (Jiménez-Aleixandre, 2010, p. 189, trad. nossa). Assim, a argumentação surge como uma ferramenta que pode ser utilizada para avaliar o conhecimento. Em termos conceituais, a argumentação pode ser considerada como “uma ferramenta para atingir objetivos, argumentando a fim de compreender, esclarecer dúvidas, decidir, resolver conflitos, ampliar conhecimentos etc.” (Schwarz, 2009, p. 92, trad. nossa).

Um argumento, quando emitido de forma individual, pode ser considerado um produto, mas quando emitido de forma social, isto é, em contraste com outra ideia, pode ser considerado um processo (Kuhn, 2005c). Logo, “nem todas as interações discursivas ou linguísticas podem ser consideradas argumentativas, senão apenas aquelas que implicam processos de contraste entre duas (ou mais) posições ou significados (...)” (Jiménez-Aleixandre; Brocos, 2015, p. 144).

Ao encontro de Kuhn (1993), Jiménez-Aleixandre e Erduran (2007) sinalizam que a argumentação pode ser compreendida sob duas perspectivas interdependentes: como produto e como processo. O argumento como produto enfoca sua estrutura, analisando como as afirmações são sustentadas por evidências e raciocínios. Por outro lado, o argumento como processo engloba a interação social, caracterizada pelo diálogo entre indivíduos que, ao debater pontos de vista divergentes, buscam persuadir uns aos outros sobre a validade de suas

posições. Essas visões se complementam, pois o debate social estimula o desenvolvimento do pensamento crítico, que se concretiza na elaboração de argumentos internos. Logo, concordamos com as autoras e ressaltamos que ao abordarmos argumentação nos referimos ao processo, e ao citarmos argumento estamos nos referindo a um produto desse processo. Isso porque a argumentação surge como uma forma de externalizar o pensamento de ordem superior que ocorre internamente, isto é, o diálogo social permite externalizar as estratégias de pensamento interno promovidas na argumentação (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007).

Autores como Van Eemeren e Grootendorst (2004) defendem que o argumento é estritamente social, entretanto, para Jiménez-Aleixandre e Erduran (2007), o argumento também pode ocorrer no âmbito interno, como um raciocínio individual. Nesse sentido, ambas as perspectivas são essenciais para a compreensão da argumentação, uma vez que ao longo do presente trabalho teremos a ocorrência da argumentação nas duas perspectivas, interna e social.

Considerando o exposto e extrapolando para as salas de aula, destacamos que ao abordar atividades argumentativas, os docentes podem fomentar um ambiente de diálogo e questionamentos, no qual os estudantes são incentivados a refletir sobre as suas ideias e a compreender diferentes perspectivas. Essa abordagem contribui para que os professores assumam um papel de facilitadores na construção do conhecimento científico, possibilitando condições para uma aprendizagem significativa, para o desenvolvimento de habilidades argumentativas dos estudantes (Kuhn; Udell, 2003), além de contribuir para a formação de cidadãos críticos, isto é, cidadãos capazes de se posicionar e tomar decisões diante de situações cotidianas, baseando-se nos conhecimentos científicos (Sadler; Zeidler, 2005).

Para a promoção da argumentação em sala de aula, é necessário que os professores se envolvam com atividades argumentativas desde a sua formação inicial (Archila, 2012), buscando mobilizar *ações favoráveis à argumentação* na sua prática docente (Ibraim, 2018; Ibraim; Justi, 2018, 2021). Assim, a argumentação emerge como uma ferramenta que fortalece a formação dos estudantes e a prática docente. Diante desse contexto, esse trabalho tem como objetivo analisar o

processo argumentativo vivenciado por professores em formação inicial (PFI), utilizando como base o estudo de uma controvérsia histórica: a descoberta do gás oxigênio; e fundamentando-se no referencial de *ações docentes favoráveis ao ensino envolvendo argumentação* (Ibraim; Justi, 2018; Ibraim; Justi, 2021), além de investigar as reflexões dos licenciandos sobre o papel do professor na inserção e na condução de práticas argumentativas na sua prática pedagógica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Argumentação como abordagem de ensino de Ciências e o desenvolvimento de habilidades argumentativas

As práticas epistêmicas abordam um amplo conhecimento de natureza da Ciência e podem ser entendidas como atividades envolvidas na construção, validação e comunicação do conhecimento. Logo, a argumentação, enquanto prática epistêmica, deve ser abordada como uma relevante prática no processo de construção do conhecimento científico (Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017), pois “é por meio da argumentação que a dimensão epistêmica do conhecimento é viabilizada” (Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021, p. 52).

Nessa perspectiva, a argumentação se faz presente nos momentos em que é necessário expor ideias ou apresentar evidências e inconsistências relacionadas ao que está sendo defendido e quando é necessário convencer sobre a validade de um argumento em uma determinada situação (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007). Dessa maneira, por que introduzir essa prática no ensino de Ciências?

A argumentação, quando abordada na educação, permite o desenvolvimento de conhecimento de natureza da Ciência, de habilidades de pensamento de ordem superior (Iordanou; Constantinou, 2014; Kuhn, 2005a) e da alfabetização científica (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007; Osborne; Erduran; Simon, 2004; Zembal-Saul, 2009). Assim, promover práticas argumentativas no ambiente escolar permite que os estudantes participem efetivamente, além de aproximá-los de práticas científicas (Ferraz; Sasseron, 2017a), uma vez que a argumentação apoia: o desenvolvimento de competências comunicativas e do pensamento crítico; a alfabetização científica e a capacitação dos alunos para falar e escrever Ciências; o desenvolvimento de critérios epistêmicos de avaliação do conhecimento; o desenvolvimento do raciocínio, quando exige a escolha de teorias ou posições baseadas em critérios racionais (Jiménez-Aleixandre, 2010; Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007).

Considerando o exposto, podemos concluir que a alfabetização científica requer conhecimento sobre conceitos e teorias, bem como sobre práticas científicas e como essas contribuem para o avanço da Ciência (Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017). Dessa forma, argumentar é fundamental para o desenvolvimento da

aprendizagem de estudantes, uma vez que, diante dos seus raciocínios verbalizados, o professor pode ter acesso ao que está sendo internalizado pelo aluno quanto aos conceitos científicos, além de possibilitar que os estudantes se apropriem da linguagem científica e a expressem (Jiménez-Aleixandre, 2010; Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007).

Destaca-se a importância na mudança de perspectiva sobre o ensino de ciências, porque, no atual contexto educacional, o ensino expositivo é recorrente e nele há o predomínio da abordagem de autoridade e não-interativa, quando somente o professor tem voz ativa em sala de aula e não há a troca de ideias entre professor e aluno (Mortimer; Scott, 2002). Nesse cenário, o docente e os estudantes não têm acesso aos processos cognitivos uns dos outros, visto que a ausência de participação dos estudantes dificulta o acesso a esses processos, os quais se tornam públicos a partir do uso da linguagem (Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017). Assim, ressalta-se a importância do ensino de Ciências por argumentação, pois as práticas argumentativas exigem que os alunos compartilhem os seus pensamentos e se envolvam com as ideias uns dos outros (Sandoval *et al.*, 2019), promovendo a interatividade e a presença da abordagem dialógica, em que o docente considera o ponto de vista do estudante e há uma relação entre as ideias (Mortimer; Scott, 2002), permitindo que o professor compreenda a visão dos estudantes e, a partir disso, construa o conteúdo científico em conjunto com eles.

Ressalta-se também que na resolução de problemas em sala de aula ou em um laboratório de ciências, quando se busca respostas para ocorrência de determinado fenômeno, as proposições apresentadas pelos estudantes podem não ser corretas do ponto de vista científico mas, se verbalizadas, desempenham papel fundamental no processo de construção do conhecimento (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007).

Nesse sentido, o ensino de Ciências envolvendo argumentação tende a favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico e ético dos estudantes, pois possibilita aos estudantes a análise de evidências, de argumentos e a discussão de questões controversas, as quais podem contribuir para possíveis posicionamentos críticos, conforme previsto em uma das habilidades da área de Ciências da Natureza presente na BNCC:

Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neuro tecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (BRASIL, 2018, p. 559).

Apesar de a argumentação apresentar muitas contribuições potenciais no ensino de Ciências, é importante frisar que somente a sua abordagem e introdução em sala de aula não garantem o desenvolvimento de habilidades argumentativas (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007), sendo essa uma habilidade desenvolvida a longo prazo, o que exige a prática recorrente (Osborne; Erduran; Simon, 2004). Para isso, são necessárias diversas iniciativas pedagógicas e curriculares. Além disso, é fundamental que professores tenham conhecimento sobre argumentação e sobre como argumentar (Ibraim; Justi, 2017; McNeill; Knight, 2013) para a futura aplicação de práticas argumentativas em sala de aula. E esse conhecimento é favorecido a partir de uma abordagem explícita de ensino por argumentação, isto é, uma abordagem que evidencie os aspectos fundamentais da prática argumentativa, o que inclui as suas contribuições para a aprendizagem, as estratégias que favorecem a criação de ambientes favoráveis à argumentação e os elementos essenciais e estruturais de um argumento (Ibraim; Justi, 2017).

Apesar da quantidade significativa de estudos sobre argumentação, muitos autores pontuam que existem poucos estudos que abordem as habilidades argumentativas (Crowell; Kuhn, 2014; Evagorou; Papanastasiou; Vrikki, 2023; Iordanou; Constantinou, 2014; Kuhn; Udell, 2003). A análise dessas habilidades é fundamental pois “os alunos não precisam apenas argumentar, mas também aprender a argumentar bem” (Kuhn, 2005a, p. 113, tradução nossa). Zohar e Nemet (2002) apontam que as habilidades argumentativas podem ser divididas em duas categorias: (i) habilidades que os estudantes não possuem, e (ii) habilidades que os alunos possuem e são capazes de aplicar desde o início, mas normalmente não fazem por falta de engajamento. Os autores ainda destacam que a segunda categoria é mais fácil de trabalhar em sala de aula, principalmente se incentivadas por *ações docentes* (a ser explorado mais a frente).

Nessa perspectiva, a promoção de situações argumentativas em sala de aula permite que os estudantes aprendam a argumentar bem a partir da vivência com a

prática, de modo que seja solicitado o uso de dados e evidências para sustentar as afirmações, conclusões, hipóteses, além de fornecer explicações para os argumentos defendidos e validar (ou não) os argumentos dos oponentes (Jiménez-Aleixandre, 2010; Kuhn, 2005; Osborne, 2007), isto é, desenvolver habilidades argumentativas. Entretanto, mesmo quando os professores optam por ensinar essas habilidades, ainda há preocupações sobre como ensiná-las e como avaliá-las (Dawson; Carson, 2017), principalmente entre os professores em início de carreira (Evagorou; Papanastasiou; Vrikki, 2023).

Para Kuhn (2005c), se o propósito é o desenvolvimento de habilidades, a argumentação deve ser realizada em contexto dialógico, isto é, na sua forma social. O debate entre dois ou mais falantes permite que as habilidades em argumentação se desenvolvam e é fundamental que seja regido por um tópico de discussão, podendo começar com experiências cotidianas e, gradualmente, tornar-se mais focado, extenso e específico.

A argumentação desenvolvida de modo social favorece um melhor engajamento e participação dos estudantes, isso porque dessa forma podemos evitar a tendência dos estudantes de se dirigirem ao professor, de maneira a esperar uma avaliação do que está sendo dito (Gaspareto; Ibraim, 2021). Dessa forma, eles deixam de considerarem as falas dos oponentes e não argumentam a partir delas, não apresentando refutações ou até mesmo não ponderando a própria afirmativa (contra-argumentação) (Kuhn, 2005a; Zohar, 2007). Sinaliza-se que habilidades tais como refutar e avaliar a própria ideia são consideradas de ordem superior ou de meta-nível (Iordanou; Constantinou, 2014). A literatura aponta sobre essas e as demais dificuldades relacionadas ao desenvolvimento das habilidades argumentativas, como a análise e a conexão de evidências, apresentar justificativas em um argumento, o uso de diferentes evidências para persuasão e a refutação de argumentos (Justi; Mendonça, 2016).

Segundo Kuhn (2005b), examinar e fazer julgamento diante de relações apresentadas entre uma afirmação e uma evidência são habilidades cognitivas de ordem superior que se desenvolvem apenas a partir da prática. Jiménez-Aleixandre (2010) aponta que os alunos demonstram uma melhor capacidade argumentativa quando apoiam suas conclusões em evidências, em relação a apenas citar dados,

uma vez que “engajar-se na argumentação significa não apenas comparar explicações alternativas e selecionar aquela que melhor se ajusta às evidências, mas também criticar aquelas que são insatisfatórias” (Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017, p. 76, trad. nossa).

Logo, concordamos que a inserção da argumentação como prática pedagógica no ensino de Ciências é essencial para o desenvolvimento de habilidades argumentativas, pensamento crítico e alfabetização científica dos estudantes. Ao promover essa integração, os alunos são incentivados a refletir, analisar evidências e participar de discussões construtivas. Entretanto, ressalta-se que o aprimoramento dessas habilidades requer prática contínua e professores preparados para mediar esse processo. Da mesma forma, o presente trabalho afirma a relevância da argumentação em sua forma social, pois ao possibilitar que os estudantes compartilhem e defendam seus pontos de vista, eles estão externalizando o processo de argumentação que ocorre internamente, além de contribuir para o desenvolvimento da análise crítica, julgamento de evidências e a construção de argumentos bem elaborados.

2.1.1 Análise de habilidades argumentativas

Dentre os estudos que investigam contextos reais de ensino em que foram analisadas as habilidades argumentativas dos estudantes, destacamos o estudo de Gaspareto e Ibraim (2021), que analisou como estudantes do Ensino Médio mobilizaram habilidades argumentativas ao defender diferentes posições sobre o consumo de alimentos ultraprocessados em um júri simulado. As autoras analisaram as habilidades demonstradas pelos alunos e suas reflexões sobre os argumentos apresentados, baseando-se em trabalhos de Jiménez-Aleixandre (2010) e Kuhn (2005b). As habilidades investigadas incluíram: *i. identificação/reflexão de dados; ii. identificação/reflexão de evidências; iii. formulação de enunciados; iv. elaboração de teorias alternativas; v. elaboração de contra-argumentos; e, vi. proposição de refutações.*

Os resultados apontaram a manifestação de habilidades como identificação de dados e evidências, formulação de enunciados e refutação (Gaspareto; Ibraim, 2021). No entanto, os estudantes apresentaram dificuldade em conectar dados às conclusões, muitas vezes citando informações sem relacioná-las. A habilidade de

refutação, considerada de alto nível (Iordanou; Constantinou, 2014), foi observada durante o júri, mas sua ocorrência pode ter sido influenciada pela dinâmica da atividade. Segundo Melo e Vieira (2022), em júris simulados há a ocorrência de discurso transacional, isto é, quando o raciocínio é elaborado levando em consideração o que foi exposto pelo outro. Dessa maneira, esse discurso se manifesta a partir de proposições que são expostas e corroboradas ou confrontadas à medida que a discussão prossegue e a refutação surge naturalmente como parte desse tipo de discurso.

Destaca-se também que as habilidades consideradas de meta nível em argumentação podem ser evidenciadas a partir de um ensino explícito e há estudos que evidenciam sua importância para a contribuição na elaboração de contra-argumentos e refutações (Iordanou; Constantinou, 2014). Por outro lado, as habilidades de formular teorias alternativas e criar contra-argumentos não foram observadas por Gaspareto e Ibraim (2021), provavelmente devido ao desenho metodológico da pesquisa, no qual os momentos destinados à preparação dos argumentos, etapa propícia para a manifestação de tais habilidades, não foram investigados. Entretanto, ressalta-se que elementos como refutações, teorias alternativas e contra-argumentos, em situações de júri simulado, na ocorrência de discurso transacional, podem ocorrer, pois nesse tipo de discurso pode haver a ponderação e qualificação dos argumentos rivais, favorecendo a ocorrência de refutação e a consideração de diferentes perspectivas na construção de argumentos consistentes e coerentes (Melo; Vieira, 2022).

Gaspareto e Ibraim (2021) enfatizam que a reflexão após o júri foi essencial para que os estudantes discutissem a estrutura dos argumentos e avaliassem sua validade, o que ajudou no desenvolvimento de habilidades metacognitivas e na aprendizagem da argumentação. As autoras também destacam a importância de momentos de preparação e reflexão, guiados pela professora, para que os alunos aprimorassem seus argumentos e analisassem criticamente o processo argumentativo. Além disso, o desenvolvimento argumentativo favorece o avanço do raciocínio oral e/ou escrito e contribui para a melhora de habilidades comunicativas (Jiménez-Aleixandre, 2010) e para a criticidade dos estudantes (Ibraim; Justi, 2021).

Considerando a importância da reflexão e da orientação visando o desenvolvimento da argumentação, torna-se fundamental considerar o papel do professor nesse processo. A mediação docente não apenas favorece a construção de argumentos mais elaborados, como possibilita oportunidades para que os estudantes desenvolvam uma postura crítica e participativa. Nesse sentido, compreender a atuação do professor no desenvolvimento argumentativo dos discentes é essencial para potencializar a aprendizagem e a formação de cidadãos mais reflexivos e engajados.

2.2 Os conhecimentos docentes no desenvolvimento argumentativo dos estudantes

Alguns estudos indicam que o ensino de argumentação depende de um conjunto de conhecimentos docentes, que vão além do domínio do conteúdo científico (Ibraim, 2018; Ibraim; Justi, 2018). O professor deve possuir um conhecimento conceitual sobre argumentação, compreendendo as bases teóricas e os elementos que estruturam um argumento, como evidências, justificativas e conclusões (Ibraim, 2018; Ibraim; Justi, 2021). Além disso, o docente deve ser capaz de aplicar esses conceitos na prática, mobilizando ações que favoreçam a argumentação em sala de aula. Por outro lado, o conhecimento pedagógico envolve a habilidade de criar e conduzir situações que incentivem a argumentação, selecionando materiais adequados, formulando perguntas instigadoras, estimulando os alunos a justificarem suas ideias com base em evidências e avaliando tanto os argumentos quanto o processo argumentativo (Ibraim, 2018; Ibraim; Justi, 2018, 2021).

Além dessas dimensões, o conhecimento do conteúdo científico curricular é essencial para que a argumentação seja integrada ao ensino de Ciências, e não abordada como um tópico isolado (Ibraim, 2018). Complementarmente, o conhecimento da dimensão epistêmica permite que os professores incentivem reflexões críticas sobre como a ciência é produzida, validada e legitimada, um aspecto ainda pouco explorado na prática docente (Ibraim, 2018; Ibraim; Justi, 2018). Em suma, o ensino de argumentação exige uma articulação entre diferentes saberes, demandando que a formação de professores aborde todas essas dimensões de maneira integrada.

Entretanto, poucos trabalhos brasileiros publicados nos últimos anos exploram o papel e as ações do professor para a promoção de um ambiente argumentativo e como e/ou quais de suas ações favorecem a abordagem dessa prática (Lamim; Queiroz, 2022; Martins; Dutra-Pereira; Bortolai, 2022). Considerando que o professor desempenha papel fundamental na criação e condução de situações de ensino baseadas em práticas científicas, como a argumentação, é necessário que os professores desenvolvam e demonstrem conhecimento de ensino relacionado a essas práticas, para que, em sala de aula, possam ensiná-las e ensinar Ciências envolvendo-as (Ibraim; Justi, 2021).

Na busca pela caracterização dos conhecimentos docentes dessa natureza, autores como McNeill e Knight (2013) apostam no uso do referencial de Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK)¹, amplamente empregado para analisar conhecimentos docentes. Essas autoras, exploram como o PCK de professores sobre argumentação científica se desenvolve e quais os desafios que eles enfrentam ao inserir práticas argumentativas em sala de aula. O trabalho aponta como a metodologia escolhida (*workshops* de desenvolvimento profissional) favoreceu desenvolvimento do PCK de professores da Educação Básica e Superior em relação à argumentação. Embora as autoras considerem o PCK um conceito valioso, é possível notar algumas limitações e desafios como: dificuldade em analisar características estruturais e dialógicas da argumentação nas discussões promovidas em sala de aula; dificuldade em aplicar o raciocínio envolvido na argumentação em prática; e dificuldade em elaborar questões sobre argumentação.

Outras autoras (Zohar, 2007; Ibraim; 2018; Ibraim; Justi, 2016; 2018) discutem a limitação do uso do PCK para avaliar os conhecimentos dos professores sobre argumentação, uma vez que o PCK avalia conhecimentos científicos curriculares de conteúdo, o que não é o caso. Zohar (2007) aponta que o PCK não se aplica aos conhecimentos do professor no contexto de ensino envolvendo argumentação, pois o construto diz respeito ao ensino de tópicos de conteúdo científicos, sendo a argumentação uma prática epistêmica relacionada ao ensino de

¹ No inglês "Pedagogical Content Knowledge". PCK: Its genesis and exodus. In: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P., et al (Ed.). **Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education**. New York: Routledge, 2015. p.3-13.

habilidades de pensamento. Assim, visando evitar essa visão, a autora propõe o uso do termo “*knowledge of thinking strategies*”, em tradução livre: “conhecimento de estratégias de pensamento”.

Nessa perspectiva e em concordância com Zohar (2007), Ibraim (2018) e Ibraim e Justi (2016, 2018), optamos por não trabalhar com PCK no presente trabalho, mas abordar o modelo alternativo proposto por Ibraim e Justi (2016) e reformulado por Ibraim (2018) a partir dessas discussões, denominado *Conhecimentos para Ação Docente em Argumentação* (a ser apresentado a seguir), que caracteriza os principais conhecimentos que um professor deve ter para promover situações argumentativas na sua prática docente. Tais conhecimentos são fundamentais para a qualidade do ensino e da aprendizagem sobre a temática, abrangendo desde a compreensão teórica dos modelos de argumentação, até a capacidade de promover e avaliar essa prática em sala de aula (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007; Osborne; Erduran; Simon, 2004).

2.2.1 Conhecimentos para Ação Docente em Argumentação

Engajar os estudantes em práticas argumentativas em sala de aula pode ser um desafio devido a uma série de complicações. Estudos apontam que muitos alunos não estão familiarizados com a prática de construir e defender argumentos baseados em evidências, pois têm o costume de esperar uma avaliação do professor, esperando que o docente apresente as conclusões e valide suas respostas (Gaspareto; Ibraim, 2021; Ibraim, 2018; Ibraim; Justi, 2018; Ibraim; Justi, 2021). Ainda, nesse sentido, Henderson e outros autores (2018) destacam outros desafios como a necessidade de reformular a relação entre professor, aluno e conhecimento científico, sendo necessário que docentes e estudantes adotem uma visão epistemológica que reconheça o conhecimento como provisório e aberto a críticas. Os autores também destacam a importância de criar ambientes seguros para o questionamento e a incerteza, visando incentivar a argumentação, além de sugerirem que o foco do ensino mude de “o quê” para “como sabemos”, sendo necessária uma mudança no papel do professor. Outro ponto destacado pelos autores é a necessidade de ensinar os estudantes a criticarem as ideias, e não as pessoas, promovendo um espaço de debate produtivo.

Ibraim e Justi (2018, 2021) também destacam sobre a crença comum de que o conhecimento científico é imutável, o que pode contribuir para a resistência dos estudantes em apresentarem ideias divergentes, limitando a promoção de debates. A falta de conhecimento sobre os elementos envolvidos na argumentação (dados, evidências, justificativas e conclusões) e os critérios para avaliá-los são outros fatores que podem comprometer a qualidade da participação estudantil, resultando em argumentos superficiais e pouco fundamentados.

Nessa perspectiva, o construto "Conhecimento para Ações Docentes" proposto por Ibraim e Justi (2016), reformulado por Ibraim (2018), é fundamental para compreender como professores podem integrar argumentação à sua prática pedagógica, em especial, no ensino de Ciências. Ibraim e Justi (2016) apontam que o conhecimento docente necessário para promover a argumentação em sala de aula vai além do conhecimento específico de conteúdo. A partir disso, as autoras propuseram o conceito "*Conhecimentos para Ação Docente em Argumentação*", que pode ser visualizado na Figura 1. Esse modelo é fundamental para compreender como professores podem promover a argumentação em sala de aula e se baseia em duas dimensões: compreensão da natureza da prática argumentativa e conhecimento sobre aspectos pedagógicos relacionados ao ensino envolvendo argumentação. Na primeira dimensão, temos os elementos básicos que devem compor um argumento, as capacidades e as situações argumentativas. Na segunda dimensão, temos as estratégias de ensino para promover a argumentação, os materiais instrucionais, as ações que estimulam o ensino por argumentação e as habilidades para conduzir práticas argumentativas.

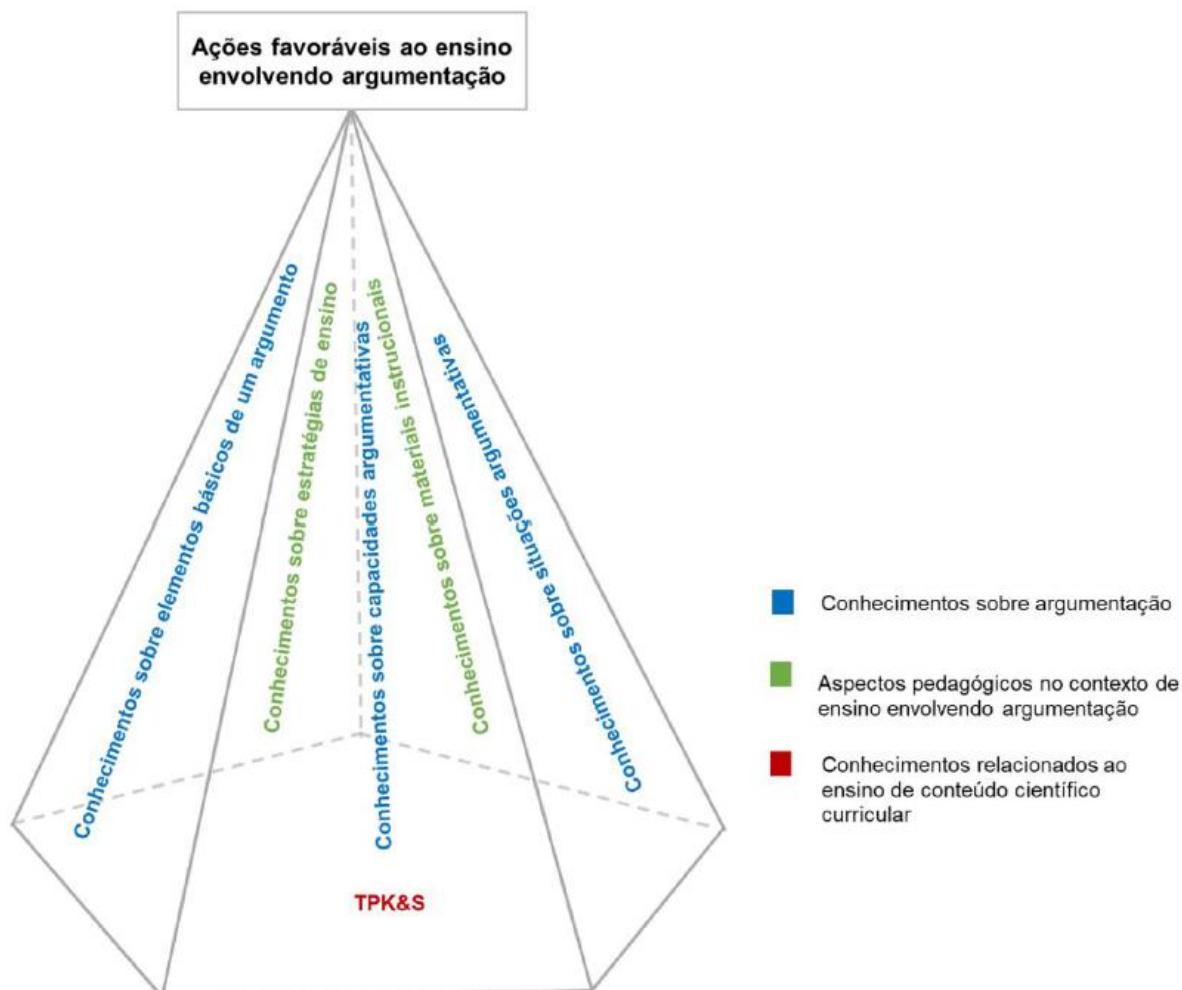
Figura 1 – Conhecimento para Ação Docente em Argumentação



Fonte: (adaptado de Ibraim; Justi, 2016)

Esse estudo é relevante para a área, pois propõe um modelo abrangente para a compreensão e desenvolvimento de práticas argumentativas. Ainda, a partir dele, em um novo estudo, Ibraim (2018) se concentra especificamente no modelo e o reformula (Figura 2), abordando as diferentes faces do conhecimento docente necessárias para o ensino de argumentação.

Figura 2 – Versão revisada do modelo Conhecimentos para Ação Docente em Argumentação



Fonte: (Ibraim, 2018, p. 175)

Nesse modelo temos a base da pirâmide com o TPK&S (Teacher Pedagogical Knowledge and Skills, Conhecimentos e Habilidades Profissionais de Professores², em tradução livre), que representa a importância do conhecimento do conteúdo científico curricular para o desenvolvimento da argumentação. As faces da pirâmide representam: os conhecimentos sobre argumentação, que compreendem os elementos básicos de um argumento; as capacidades e as diferentes situações argumentativas; os aspectos pedagógicos no contexto de ensino envolvendo argumentação, que inclui os conhecimentos sobre estratégias de ensino e conhecimentos sobre materiais instrucionais (seja para estruturar um material que

² Para saber mais sobre o TPK&S, recomenda-se a leitura do capítulo: GESS-NEWSOME, J. Model of teacher professional knowledge. In: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P., et al. (Ed.). **Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education**. New York: Routledge, 2015. p.28-42.

favoreça a argumentação dos estudantes ou para selecionar materiais alinhados à proposta); e as *ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação*, situadas no topo da pirâmide, pois são as ações que o docente deve realizar em sala de aula para promover a argumentação e são sustentadas pelos conhecimentos de base, apresentados na pirâmide.

Assim, enfatizamos as ações docentes, pois são elas que concretizam a argumentação em sala de aula, articulando a dimensão pedagógica ao modo como se ensina e se promove a argumentação, o que é essencial, visto que o conhecimento conceitual, isoladamente, não é suficiente para garantir sua efetiva aplicação.

2.2.2 Ações docentes favoráveis ao ensino por argumentação

A partir do trabalho de 2018, Ibraim fez um recorte do modelo *Conhecimentos para Ação Docente em Argumentação* e propôs uma lista de *ações docentes favoráveis ao ensino por argumentação*. A manifestação dessas ações é muito importante, pois sabe-se que o docente tem papel fundamental em propiciar e promover o desenvolvimento de ambientes favoráveis à argumentação nas salas de aula, assim como a sua abordagem em atividades argumentativas exerce influência direta no desenvolvimento argumentativo dos estudantes (Ibraim, 2018).

As *Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação (AFEEA)*, serão o referencial teórico metodológico abordado nesse trabalho, pois compreendem um conjunto de ações discursivas que podem ajudar professores a superar as dificuldades na abordagem de situações argumentativas, além de promoverem o desenvolvimento de habilidades argumentativas. Ibraim e Justi (2018) propuseram inicialmente 18 ações docentes favoráveis ao ensino envolvendo argumentação, conforme Quadro 1, mas posteriormente, reelaboraram as ações em novos trabalhos, propondo 48 ações (Ibraim; Justi, 2021), que mais recentemente foram sintetizadas em 27 ações (Figura 3) (Ibraim; Justi, 2022). Essas alterações foram realizadas, em primeiro momento, no sentido de ampliar a aplicação do modelo e, em segundo momento, houve um processo de síntese das ações, que ocorreu para facilitar a aplicação desse modelo, considerando que algumas ações poderiam ser

integradas entre si sem comprometer o significado e a contribuição para o ensino envolvendo argumentação.

Quadro 1 – 18 ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação

Número da ação	Ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação
1	Solicitar que os alunos apresentem evidências para suas afirmativas.
2	Solicitar que os alunos avaliem as evidências disponíveis para sustentar cada uma das interpretações possíveis para o problema.
3	Avaliar os argumentos em relação as evidências apresentadas.
4	Apresentar evidências.
5	Definir e exemplificar o conceito de evidência.
6	Encorajar os alunos a apresentarem justificativas para suas afirmações.
7	Apresentar argumentos que desafiem as ideias dos alunos.
8	Definir e exemplificar argumentos.
9	Elaborar argumentos.
10	Encorajar os alunos a participarem do debate, a manifestarem suas ideias.
11	Formular questões com o intuito de envolver os alunos na discussão.
12	Organizar a discussão entre os alunos de forma a favorecer a reflexão dos mesmos sobre a validade das diferentes interpretações.
13	Questionar os alunos sobre a validade e coerência das informações apresentadas.
14	Apontar diferentes interpretações para a questão problema.
15	Valorizar os diferentes posicionamentos dos alunos.
16	Formular explicações.
17	Realizar previsões.
18	Relacionar informações.

Fonte: (adaptado de Ibraim; Justi, 2018)

As AFEEA são ações docentes que contribuem para o envolvimento dos estudantes em processos argumentativos e, segundo Ibraim e Justi (2021), podem ser categorizadas em quatro temas principais: Processo (P), Estrutura (E), Função (F) e Suporte (S). As ações de “Processo” são responsáveis por incentivar a participação dos alunos no processo argumentativo, o que inclui solicitar a apresentação de evidências e justificativas, encorajar a elaboração de teorias

alternativas, contra-argumentos e refutações. As ações de “Estrutura” são voltadas para o ensino dos elementos conceituais da argumentação, como definição e exemplificação de evidências, justificativas e conclusões. As ações de “Função” são responsáveis pela compreensão das funções da argumentação, incluindo a justificativa e a avaliação de afirmações, além da persuasão do público ouvinte. E, por fim, as ações de “Suporte” são as que fornecem suporte para a ocorrência da argumentação, como encorajar a participação e o posicionamento dos alunos, solicitar hipóteses e explicações. Para melhor entendermos essas ações, temos a Figura 3 com as AFEEA e os respectivos temas relacionados:

Figura 3 – Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação



Fonte: (adaptado de Ibraim; Justi, 2022)

Nessa perspectiva, o presente trabalho visa analisar um processo de ensino baseado em argumentação, com uso de um caso histórico (Apêndice A) sobre a descoberta do gás oxigênio, de modo a abordar as AFEEA em cada etapa da sequência e analisar a argumentação dos participantes dessa pesquisa. Para que o docente saiba conduzir e promover ambientes argumentativos a partir das AFEEA, esse trabalho se alinha à perspectiva de que é fundamental que haja contato com situações envolvendo argumentação desde a sua formação inicial, para que o professor compreenda seu papel fundamental na promoção de ambientes argumentativos.

2.2.3 Argumentação na formação de professores

Diante da discussão apresentada, enfatiza-se que é necessário que professores compreendam a argumentação como elemento indissociável do processo de aprendizagem em Ciências, o que exige que adotem e integrem práticas argumentativas à sua prática docente (Ibraim, 2015; Ibraim; Justi, 2017; Ibraim; Justi, 2021; McDonald; McRobbie, 2012; Osborne; Erduran; Simon, 2004). Para tal, é fundamental que, desde a sua formação inicial, professores tenham contato com ambientes argumentativos (Archila, 2012), em especial, aqueles que abordem a argumentação na sua dimensão explícita (Ibraim, 2015; Ibraim; Justi, 2017), uma vez que observa-se um maior progresso argumentativo quando o ensino e a abordagem são explícitos (Ibraim, 2015; Ibraim; Justi, 2017; Jiménez-Aleixandre, 2007; McDonald; McRobbie, 2012; Osborne; Erduran; Simon, 2004).

Nesse sentido, estudos apontam a necessidade de compreender a argumentação utilizada por professores em formação inicial, objetivando formar professores reflexivos e que adotem processos educativos inovadores (Archila, 2012). Assim, é necessário que os professores compreendam desde a sua formação inicial que adotar práticas argumentativas em sala de aula vai além da mudança do currículo: requer uma mudança na sua própria prática docente (Zohar, 2007), pois a partir da proposição de uma situação problema pelo professor e de suas ações para tal resolução, inicia-se a formulação de explicações por parte dos estudantes e, se incentivados a participar, iniciam um processo de argumentação colaborativa entre si (Ferraz; Sasserón, 2017a).

Entretanto, ressalta-se que a argumentação colaborativa acontecerá a longo prazo e em situações pontuais, podendo ocorrer de o docente tentar promover o engajamento e os estudantes não corresponderem. Dessa forma, para ensinar argumentação, professores precisam ter um conhecimento das estratégias envolvidas, isto é, necessitam desenvolver habilidades argumentativas (Zohar, 2007), inclusive as consideradas de alto nível (Iordanou; Constantinou, 2014). Nessa perspectiva, segundo Gaspareto e Ibraim (2021), se um professor domina a condução de práticas argumentativas, ele pode favorecer o ensino e aprendizagem dos seus alunos, assim como o desenvolvimento de habilidades.

Considerando essa necessidade de envolver professores em processos formativos que permitam o desenvolvimento de seus conhecimentos sobre argumentação e sua abordagem no ensino, o presente trabalho visa analisar o desenvolvimento argumentativo de professores em formação inicial. Apesar disso, temos consciência de que mesmo que professores possuam o conhecimento teórico, eles podem enfrentar dificuldades em promover a argumentação em sala de aula, pois somente o conhecimento declarativo não garante uma implementação efetiva da argumentação, sendo fundamental a prática e a experiência (André; Santos; Ibraim, 2023).

Para inserir os professores em processos em que eles poderiam desenvolver a própria argumentação e refletir sobre esse processo, a abordagem foi estruturada a partir do estudo de uma controvérsia histórica. Isso porque a potencialidade de uso desses contextos históricos tem sido apresentada pela literatura (por exemplo, Mendonça; Justi, 2014), visto que prevê argumentos a favor das ideias defendidas e a refutação de ideias opostas, o que pode contribuir para o desenvolvimento de diversas habilidades argumentativas anteriormente citadas e para o ensino da argumentação.

2.3 Argumentação a partir de contextos históricos

Lamim e Queiroz (2022) apontam que há diversos estudos brasileiros na área de argumentação no ensino de Química que analisam atividades argumentativas em diferentes contextos de ensino. As autoras apontam um número significativo de artigos que apresentam sequências didáticas propostas em contextos

sociocientíficos, isto é, que utilizam de Questões Sociocientíficas (QSC) para as atividades desenvolvidas. Por outro lado, a literatura aponta uma baixa frequência de estudos que usam o contexto histórico como pano de fundo para o desenvolvimento de atividades argumentativas (Justi; Mendonça, 2016; Mendonça; Justi, 2014; Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021).

Apesar de não ser muito explorado, diversos estudos defendem que a abordagem de casos históricos no ensino de Ciências é considerada uma possibilidade para a promoção da argumentação (Zemplén, 2011), isso porque os envolvidos precisam argumentar e refutar os argumentos apresentados uns pelos outros, baseados em evidências e conhecimentos acerca dos fatos históricos e do contexto da época (Oliveira; Mendonça, 2019). Assim, as controvérsias históricas apresentam grande potencial argumentativo (Archila, 2015). Diferentes estratégias, como o uso de controvérsias históricas, o uso de dramatizações, júri simulado, experimentos históricos, entre outras, têm apresentado potencial para contribuir para o desenvolvimento argumentativo (Justi; Mendonça, 2016; Zemplén, 2011).

É válido ressaltar que a intenção de promover a prática argumentativa a partir de um texto histórico “não é recontar ou “corrigir” a história, mas tornar claro o que era conhecido na época e como as informações podem ser interpretadas a partir de várias perspectivas” (Mendonça; Justi, 2014, p. 193). Além disso, casos históricos tendem a retratar “situações de disputas e controvérsias na Ciência, equívocos e críticas que ocorreram na época dos fatos, bem como diálogos de ideias entre os cientistas” (Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021, p. 53). Nessa perspectiva, a abordagem que combina argumentação e elementos da história da Ciência permite uma maior consciência dos estudantes sobre a relevância da comunicação para a produção da Ciência (Archila, 2015).

Destacamos alguns estudos que utilizaram de contexto histórico para promover a argumentação, seja a partir de textos, de controvérsias ou até do uso de dramatizações, que apresentaram sucesso no ambiente argumentativo proporcionado (Archila, 2015; Justi; Mendonça, 2016; Mendonça; Justi, 2014; Oliveira; Mendonça, 2019; Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021).

2.3.1 Contexto Histórico: Descoberta do Gás Oxigênio

Archila (2015) analisou o impacto de uma sequência de ensino baseada na controvérsia histórica sobre a descoberta do gás oxigênio na promoção de habilidades argumentativas de estudantes do Ensino Médio. A pesquisa buscou integrar história e filosofia da Ciência ao ensino de Ciências e o principal objetivo foi avaliar como a abordagem poderia aumentar a compreensão dos alunos sobre a importância da experimentação e da comunicação científica, além de estimular interações argumentativas em sala de aula.

O recurso central para o desenvolvimento da sequência de ensino foi a peça *Oxigênio*, em tradução livre, de Carl Djerassi e Roald Hoffmann³, que apresenta a disputa histórica entre Carl Scheele, Joseph Priestley e Antoine Lavoisier pela descoberta do oxigênio. A ambiguidade dessa controvérsia serviu como ponto de partida para que os alunos analisassem evidências históricas, experimentos e a comunicação científica da época, construindo argumentos fundamentados. Durante as atividades, foram explorados aspectos essenciais da Natureza da Ciência (NdC), como o papel da experimentação na validação do conhecimento e a influência da comunicação científica na atribuição de descobertas. Os alunos foram desafiados a usar as evidências fornecidas pela peça teatral para argumentar sobre 'a quem deveria ser creditada a descoberta'.

Os resultados do estudo apontaram avanços importantes, como o aumento significativo no uso de evidências relacionadas à experimentação científica, nos argumentos apresentados pelos alunos após a leitura da peça e a visualização de sua versão teatral. O progresso indica que a análise da controvérsia histórica, combinada com diferentes mídias, contribuiu para uma compreensão mais aprofundada da importância da experimentação. Além disso, os debates em pequenos grupos e as discussões coletivas promoveram um ambiente rico em interações argumentativas. Durante essas atividades, os alunos defenderam seus pontos de vista, avaliaram criticamente as evidências apresentadas por colegas e refinaram seus argumentos, demonstrando interesse e entusiasmo pelo tema.

³ Ver mais em: DJERASSI, K.; HOFFMAN, R. **Oxigênio**. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2004.

Este estudo destaca o potencial das controvérsias históricas e dramatizações para despertar o interesse dos alunos, promover a compreensão de NdC, desenvolver habilidades argumentativas e o pensamento crítico. O estudo deixa lacunas como a relação entre a compreensão conceitual e a qualidade dos argumentos e reforça o papel do professor como mediador. Além disso, ressalta a integração entre história, filosofia da Ciência e argumentação como uma abordagem eficaz para uma educação científica crítica.

Oliveira e Mendonça (2019) propuseram uma sequência de ensino fundamentada na análise dessa mesma controvérsia histórica e a atribuição hipotética de um Prêmio Nobel retrospectivo aos cientistas envolvidos (podendo contemplar um ou mais deles). A pesquisa foi desenvolvida com professores de Química em formação inicial que foram introduzidos aos elementos da argumentação, com base em textos históricos, e tiveram que formular argumentos individuais, participar de debates e elaborar textos argumentativos em grupo. Os resultados evidenciaram que a atividade promoveu avanços na compreensão de NdC, como a importância da interpretação teórica, da publicação de resultados e da colaboração entre cientistas. Além disso, os licenciandos demonstraram habilidade na seleção de evidências, na refutação de argumentos e na construção de linhas de raciocínio coerentes e persuasivas. O estudo reforçou a relevância do ensino explícito de argumentação, em contraste com abordagens implícitas.

As implicações desse estudo são amplas, destacando a importância de integrar a história da Ciência ao ensino de química para favorecer a compreensão da NdC, estimular o interesse e a participação dos estudantes, além de desenvolver o pensamento crítico e as habilidades argumentativas. No entanto, o estudo reconhece suas limitações, como a curta duração, além de não aprofundar a relação entre as visões epistemológicas dos licenciandos e a qualidade de seus argumentos. Pesquisas futuras podem expandir essa abordagem, explorando outras controvérsias históricas e analisando o impacto dessas metodologias na prática docente.

2.3.2 Contexto Histórico: Fritz Haber e o Prêmio Nobel de Química

Outro contexto histórico integrado à argumentação foi desenvolvido por Mendonça e Justi (2016), que investigaram como a discussão sobre uma

controvérsia histórica – atribuição do Prêmio Nobel de Química de 1918 a Fritz Haber, pode impactar a compreensão de NdC e o desenvolvimento de habilidades argumentativas de futuros professores de química. O estudo foi realizado a partir de uma abordagem explícita para o ensino de NdC e os participantes foram incentivados a analisar episódios históricos e a engajarem em situações argumentativas, o que permitiu explorar a relação entre história da Ciência e argumentação.

No trabalho, as autoras realizaram um júri simulado sobre o caso Fritz Haber como foco principal para promover debates e reflexões. Os licenciandos foram divididos em grupos de acusação e defesa, para construírem argumentos baseados no contexto histórico e nas ações do cientista. A história da Ciência serviu como fonte de evidências, destacando alguns aspectos, como o processo de produção do conhecimento científico, a influência de fatores sociais e políticos e as características pessoais dos cientistas. A partir do trabalho, foi possível observar como a compreensão de NdC influenciava a qualidade das argumentações apresentadas e como a prática argumentativa contribuía para ampliação dessa compreensão.

Os resultados dessa pesquisa mostraram avanços significativos, pois os participantes demonstraram uma visão ampla e realista da Ciência, reconhecendo sua natureza provisória, colaborativa e influenciada por diversos aspectos, sejam sociais, políticos e/ou econômicos. Essas visões foram relatadas em diários reflexivos, nos quais os licenciandos expressaram suas mudanças de percepções e a desmistificação de alguns estereótipos. Houve também um desenvolvimento nas habilidades argumentativas, com os participantes utilizando diferentes dados para sustentar suas posições e aprimorando a estruturação dos argumentos. Apesar das dificuldades relatadas, os licenciandos mostraram engajamento ao refutar as ideias da oposição, indicando a necessidade de um ensino explícito de argumentação focado na identificação de evidências e justificativas.

Essa pesquisa reforçou a relevância de incorporar a história da Ciência e a argumentação na formação docente, promovendo a alfabetização científica. Ressalta-se também que atividades como júri simulado e debates estimulam o interesse, a reflexão crítica e o desenvolvimento de competências para ensinar NdC

e argumentação. Entretanto, apesar dos avanços, esse estudo apresentou algumas lacunas, como o foco em aspectos específicos de NdC e não ter explorado a relação entre a compreensão conceitual do conteúdo científico e a qualidade dos argumentos apresentados, o que é desejável que seja abordado em futuras pesquisas.

2.3.3 Contexto Histórico: Teoria das Misturas Gasosas

Ramos, Mendonça e Mozzer (2021) investigaram como a leitura e análise de um texto histórico sobre a teoria das misturas gasosas proposta por John Dalton impactaram nas interações argumentativas de alunos do 1º ano do Ensino Médio. A pesquisa teve como foco compreender de que forma essa abordagem poderia estimular os estudantes a refletirem sobre a organização dos gases na atmosfera e a se engajarem em debates fundamentados.

O texto histórico foi elaborado a partir de fontes secundárias e contextualizou as ideias de Dalton no período histórico em que foram desenvolvidas. Após a leitura, os alunos foram desafiados a comparar as concepções de Dalton com modelos que haviam sido criados previamente por eles, escolhendo se manteriam ou modificariam suas representações. Essa atividade incentivou os estudantes a confrontarem suas ideias com as informações científicas da época, justificando as decisões tomadas com base em evidências.

Os resultados indicaram que o texto histórico foi utilizado como fonte de justificativas para os estudantes sustentarem seus argumentos e a interação estimulou o pensamento crítico, na medida em que os estudantes confrontavam e analisavam as concepções do cientista em relação às suas. Além disso, evidenciou-se o desenvolvimento dos alunos, que se mostraram autônomos e responsáveis na defesa de suas ideias, construindo modelos coerentes mesmo quando divergiam das ideias históricas apresentadas.

Quanto às implicações pedagógicas, o estudo ressalta o valor de textos históricos como ferramentas para contextualizar e enriquecer discussões em sala de aula, ajudando os alunos a compreenderem a dinamicidade da Ciência. A abordagem de atividades argumentativas, como a avaliação de modelos, se

destacou como uma estratégia para engajar os estudantes, incentivando a interação, o debate e a construção coletiva do conhecimento.

Apesar dos avanços, a pesquisa apresenta limitações, pois os resultados foram obtidos em um contexto específico com poucos participantes. Além disso, a análise não aprofundou a qualidade dos argumentos apresentados pelos estudantes.

2.3.4 Contexto Histórico: Visão Geral

De modo geral, nos trabalhos analisados (Archila, 2015; Justi; Mendonça, 2016; Mendonça; Justi, 2014; Oliveira; Mendonça, 2019; Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021), a abordagem histórica apresentou pontos positivos como meio de promover práticas argumentativas em sala de aula. Em Ramos, Mendonça e Mozzer (2021) fica evidente como o uso do caso histórico serviu como um problema a ser discutido pelos estudantes. Outro ponto é o uso de ensino explícito de argumentação (Justi; Mendonça, 2016; Oliveira; Mendonça, 2019) que permitiu que os participantes fossem orientados sobre a estrutura de um argumento e os componentes que o constituem, antes de elaborarem seu argumento final, resultando na apresentação de argumentos mais robustos e estruturados.

A abordagem de dramatização histórica (Justi; Mendonça, 2016; Mendonça; Justi, 2014; Oliveira; Mendonça, 2019) também se mostrou eficaz no engajamento dos participantes, enquanto a combinação de textos históricos, vídeos e debates (Archila, 2015) ou apenas textos históricos e debates (Oliveira; Mendonça, 2019) favoreceu o uso de evidências na estruturação dos argumentos e impactou na qualidade das afirmações apresentadas. Quanto aos dados utilizados para a sustentação dos argumentos, apesar de os debates serem centrados em temáticas que envolvem química, observou-se em Mendonça e Justi (2014) e em Justi e Mendonça (2016) um baixo uso de argumentos científicos, com predominância de aspectos históricos, éticos e emocionais.

Apesar dos avanços proporcionados pelas abordagens históricas no ensino de argumentação, os estudos analisados também destacam algumas limitações. Uma das principais questões apontadas refere-se à necessidade de ampliar o número de participantes nas pesquisas, a fim de obter resultados um pouco mais

representativos. Além disso, os trabalhos sugerem a importância de investigações futuras que aprofundem a análise da qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes, considerando não apenas sua estrutura, mas a fundamentação e a utilização de evidências para sustentar os argumentos. Essas lacunas indicam a relevância de novas pesquisas que busquem aprimorar as estratégias voltadas ao desenvolvimento da argumentação em sala de aula.

Em síntese, observa-se, a partir dos trabalhos apresentados, que a utilização de casos históricos permite contextualizar o papel do debate e da crítica na Ciência, mostrando que a Ciência não é um conjunto de fatos imutáveis, mas um processo dinâmico de construção de conhecimento (Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021). Isso favorece o engajamento dos estudantes no processo argumentativo, uma vez que é possível trazer discussões e abordagens sem que a resposta esteja pronta, como ocorre com conteúdo científicos. Ressalta-se o uso de controvérsias para esse propósito, visto que “temas controversos são utilizados para fomentar, em sala de aula, debates envolvendo os prós e os contras em torno de uma problemática, a fim de gerar as bases para um argumento que mostra o perfil de decisão do aluno” (Oliveira; Cruz; Silva, 2021, p. 105).

Logo, o uso de textos históricos em sala de aula pode auxiliar o desenvolvimento, a autonomia e a responsabilidade na construção de conhecimento, tornando os estudantes agentes epistêmicos desse processo (Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021). Entretanto, para que haja o envolvimento argumentativo dos participantes, é necessário mediações docentes que busquem contemplar os aspectos de uma prática argumentativa, por exemplo, a contradição de ideias e a construção e explanação de um discurso de apoio às afirmativas apresentadas (Mendes; Santos, 2016). Logo, o professor tem papel fundamental em promover o desenvolvimento de ambientes favoráveis à argumentação nas salas de aula (Cetin, 2014), o que pode influenciar no desenvolvimento das habilidades argumentativas de seus estudantes (Ibraim, 2018).

Outro ponto a destacar é que a abordagem de atividades de leitura, como a leitura de um caso histórico, combinado a atividades de argumentação na sua dimensão explícita, somadas à intervenção docente, podem contribuir no desenvolvimento de habilidades argumentativas dos alunos (Siswanto *et al.*, 2022);

o que demonstra novamente o papel essencial da mediação docente nessas atividades.

Assim, visando a promoção do aprendizado nessa perspectiva, o professor deve encorajar seus estudantes a formular ideias, considerar e analisar opiniões opostas ao seu ponto de vista, entre outros aspectos (Ferraz; Sasseron, 2017b).

3 OBJETIVO E QUESTÕES DE PESQUISA

O presente trabalho se estrutura a partir do seguinte objetivo e questões de pesquisa:

3.1 Objetivo

Investigar o processo argumentativo vivenciado por professores de Química em formação inicial, analisando: (i) como eles elaboram e compreendem argumentos ao longo de uma sequência de ensino baseada em uma controvérsia histórica; e, (ii) as reflexões desses professores sobre o papel docente na condução de práticas argumentativas no ensino.

3.2 Questões de Pesquisa

Esse trabalho foi desenvolvido visando responder às seguintes questões de pesquisa:

1. Como professores, em formação inicial, elaboram argumentos em uma situação de controvérsia histórica, a partir de uma estratégia de ensino explícito baseada em *ações docentes favoráveis ao ensino envolvendo argumentação*?
2. Quais as reflexões apresentadas por professores, em formação inicial, sobre o papel docente na inserção e condução de práticas argumentativas no ensino?

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo será dividido em três tópicos: i. contextualização da pesquisa, ii. coleta de dados e iii. metodologia de análise de dados; pois acreditamos que a divisão favorece a organização e a compreensão de todos os elementos e instrumentos que compuseram a pesquisa.

4.1 Contextualização da Pesquisa

Essa pesquisa alicerçou-se nos princípios da pesquisa qualitativa na Educação, uma vez que temos o interesse em investigar o processo do desenvolvimento argumentativo dos licenciandos, visto que:

a pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação, isto é, não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão (Moraes, 2003, p. 191).

Assim, essa pesquisa buscou analisar a argumentação desenvolvida por licenciandos em Química durante a participação em uma disciplina obrigatória do curso. No decorrer da disciplina, a professora formadora fez uso de uma abordagem explícita desse conteúdo de ensino (Ibraim; Justi, 2017). Ressaltamos que o ensino da argumentação pode ocorrer de forma implícita, quando os alunos são inseridos em contextos investigativos sem instrução direta, ou de forma explícita, quando os aspectos fundamentais da argumentação são ensinados de maneira intencional (Ibraim; Justi, 2017). Como discutido anteriormente, a abordagem explícita se justifica porque essa tem se mostrado essencial na formação inicial de professores, pois permite que desenvolvam conhecimentos sobre argumentação e estratégias pedagógicas para aplicá-la em sala de aula (Ibraim, 2015; Ibraim; Justi, 2017; Jiménez-Aleixandre, 2007; McDonald; McRobbie, 2012; Osborne; Erduran; Simon, 2004).

Estudos indicam que essa abordagem contribui para o desenvolvimento de conhecimentos docentes, como a reflexão guiada sobre a vivência de situações argumentativas, a observação e reflexão sobre o papel do professor, o uso de materiais instrucionais adequados, o planejamento de aulas simuladas e a discussão sobre os elementos da argumentação (Ibraim, 2015; Ibraim; Justi, 2016, 2017).

Além disso, a professora formadora fez uso das *ações docentes favoráveis à argumentação* (Ibraim, 2018; Ibraim; Justi, 2022; Ibraim; Justi, 2021), com o intuito de favorecer a argumentação e demonstrar a importância da mediação docente na inserção e condução de práticas argumentativas. Dessa forma, essa pesquisa buscou acompanhar o processo formativo como um todo, destacando como o ambiente argumentativo foi construído ao longo do processo e, a partir disso, buscou analisar o desenvolvimento argumentativo dos licenciandos durante a sequência de ensino adotada que possuía a controvérsia histórica da descoberta do gás oxigênio como temática central.

Antes de iniciar o processo de coleta de dados, os objetivos desta pesquisa foram comunicados aos participantes e todas as dúvidas foram esclarecidas, assim como foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B), assegurando a confidencialidade de suas identidades e opiniões, sendo de extrema relevância para a sequência da coleta de dados e divulgação de resultados. Todos os participantes concordaram em participar e devolveram uma cópia do termo assinada. A pesquisa faz parte do projeto “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”, submetido ao Comitê de Ética, com parecer de aprovação de código 69410023.1.0000.5149. O projeto integra uma pesquisa ampla, que visa aprofundar as discussões sobre a relação entre as orientações para o ensino de Ciências, como a argumentação, e o desenvolvimento do conhecimento docente.

O processo de coleta de dados ocorreu em uma universidade pública federal, no estado de Minas Gerais, no sudeste do Brasil. A atividade foi ministrada em uma disciplina da área de Ensino de Química, com alunos do penúltimo período do curso de Licenciatura em Química (8º período). A disciplina foi ministrada por uma professora licenciada em Química, mestre e doutora na área de Educação, que possui mais de 15 anos de experiência no ensino superior. A abordagem do tema argumentação integra o plano de curso regular da disciplina e a professora formadora desenvolve esse tópico do programa há 6 anos, sempre com o uso de abordagem explícita de argumentação, porém com diferentes temáticas. A turma escolhida foi uma turma que apresentava grande engajamento na disciplina e havia

seis licenciandos matriculados, os quais participaram de todo o processo formativo. Para garantir o anonimato dos participantes da pesquisa, os licenciandos foram identificados por nomes fictícios, sendo eles: Ana, Caio, Camila, Mariana, Renata e Sofia, enquanto a professora formadora foi identificada como Isabela.

4.2 Coleta de Dados

4.2.1 Contexto da Coleta de Dados

Nessa pesquisa, os dados foram coletados a partir de diferentes instrumentos de coleta, como gravações audiovisuais das aulas, questionários e registros escritos pelos licenciandos. Isso porque o uso de múltiplos instrumentos de coleta contribui para o enriquecimento da pesquisa ao captar diferentes dimensões do objeto de estudo (Cohen; Manion; Morrison, 2007). As gravações audiovisuais permitem uma análise detalhada das interações em sala de aula, enquanto os questionários permitem ter uma visão das percepções dos licenciandos. Por outro lado, os registros escritos facilitam a análise dos dados individuais dos participantes. A combinação desses instrumentos favorece a triangulação de dados, além de possibilitar uma compreensão mais completa e fundamentada da situação investigada (Yin, 2015).

A coleta ocorreu em 6 aulas de 1 hora e 40 minutos cada, seguindo uma sequência de acontecimentos que serão abordados a seguir, conforme ilustrados na figura 4:

Figura 4 – Esquema da Sequência Didática



Fonte: Autora (2025).

4.2.1.1 Sequência de Ensino

Antes da coleta de dados, escrevemos um caso histórico (Apêndice A) sobre a controvérsia abordada, intitulado “Revolução no Ar: a Controvérsia Histórica da Descoberta do Oxigênio”, que também foi elaborado como produto educacional, em atendimento à obrigatoriedade do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional ao qual essa dissertação foi submetida. O caso foi escrito no intuito de apresentar o dilema histórico que permeia a história de três cientistas, Lavoisier, Scheele e Priestley, por trás da descoberta do gás oxigênio, abordando-o de forma imparcial com os licenciandos, sem apresentar um lado certo ou errado. Optamos por trabalhar com a temática a partir de um caso histórico pois a literatura aponta que atividades de leitura podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades argumentativas, principalmente se combinadas com atividades de argumentação na sua dimensão explícita (Siswanto *et al.*, 2022). Além disso, há um baixo uso de contexto histórico como cenário para a promoção de práticas argumentativas, sendo essa uma lacuna a se explorar (Justi; Mendonça, 2016; Mendonça; Justi, 2014; Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021).

Dessa forma, após a entrega e assinatura do TCLE, o primeiro momento foi dedicado a conhecer as concepções iniciais dos licenciandos sobre argumentação e sobre o contexto histórico da descoberta do gás oxigênio. Para isso, os participantes responderam a um questionário inicial, denominado questionário 1 (Apêndice C) e, foram orientados a realizar a leitura do caso histórico e a assistir aos vídeos legendados e editados pelas autoras⁴, que narravam o contexto histórico e as controvérsias científicas envolvendo Scheele, Priestley e Lavoisier (Who Discovered Oxygen?, 2015). Essa etapa inicial foi realizada de forma assíncrona e individual.

Em seguida, em aula presencial, os participantes discutiram os materiais estudados (vídeos e caso histórico) com a professora da disciplina e responderam a um segundo questionário (Apêndice D), com nove perguntas reflexivas. No questionário, os licenciandos foram incentivados a tomar um posicionamento sobre quem deveria receber o reconhecimento pela ‘descoberta’. A tarefa envolveu a construção de argumentos baseados em evidências coletadas nos materiais disponibilizados (caso histórico e vídeos).

⁴ Disponíveis em: <https://app.weet.co/play/ad3c64c7/quem-descobriu-o-oxigenio-parte-1;>
[https://app.weet.co/play/08d75f05/quem-descobriu-o-oxigenio-parte-2.](https://app.weet.co/play/08d75f05/quem-descobriu-o-oxigenio-parte-2)

No terceiro momento, foram ministradas duas aulas sobre a argumentação em sua dimensão explícita. As aulas tiveram como objetivo apresentar a argumentação e a estrutura de bons argumentos, além de abordar exemplos práticos para análise e discussão e fortalecer as habilidades dos licenciandos para o debate. Os licenciandos puderam criar argumentos e identificar a estrutura de bons argumentos, como relacionar evidências e elaborar justificativas robustas. Nestas aulas, a coleta de dados ocorreu a partir de gravações audiovisuais.

Na sequência, os licenciandos foram convidados a realizar a leitura do artigo “Contribuições de ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação para a inserção de estudantes na prática científica de argumentar” (Ibraim; Justi, 2021), em momento extraclasse. A intenção, ao solicitar a leitura do artigo, era apresentar mais materiais relacionados à argumentação na sua dimensão explícita, assim como demonstrar a abordagem de práticas argumentativas em sala de aula. Após a leitura, os licenciandos discutiram sobre o artigo e esclareceram dúvidas sobre a elaboração de argumentos. Nesse momento, eles foram convidados a elaborar e a refutar argumentos voltados ao ensino de Ciências. Essa aula serviu como preparação final para o debate, oferecendo aos participantes a oportunidade de consolidar suas ideias e organizar as evidências que seriam apresentadas. Após essa aula, os licenciandos redigiram os seus argumentos, defendendo que o mérito pela descoberta do oxigênio deveria ser atribuído a um cientista (escolhido livremente por cada um deles), e entregaram às pesquisadoras.

O momento culminante foi o debate realizado em grupo, em que os participantes apresentaram e defenderam suas posições iniciais. Essa etapa foi registrada integralmente em material audiovisual, proporcionando uma análise mais completa e evitando interpretações prévias (Cohen; Manion; Morrison, 2007), constituindo a principal fonte de dados para a análise do presente trabalho. Durante o debate, os participantes foram divididos em dois grupos e apresentaram seus argumentos sobre quem deveria receber reconhecimento pela ‘descoberta’ do oxigênio, conforme proposto. A dinâmica foi estruturada para incentivar a refutação e a avaliação dos argumentos apresentados pelos colegas, uma vez que debates se caracterizam como uma atividade interativa e competitiva em que os pontos de vista são declarados pelos participantes, que se alternam na defesa do próprio ponto de vista e na refutação da alegação contrária (Leitão, 2012). A professora fez papel de

mediadora e coordenou o debate em três momentos: apresentação de argumentos iniciais, momento de réplica e tréplica.

Após o debate, os participantes tiveram a oportunidade de revisar seus argumentos iniciais apresentados no segundo questionário, considerando o que aprenderam ao longo das atividades e principalmente após o debate. Eles responderam a um último questionário, denominado questionário 3 (Apêndice E), refletindo sobre a importância da argumentação na prática docente e revisitaram seus posicionamentos iniciais.

A coleta foi planejada para integrar teoria e prática, promovendo uma construção gradual de habilidades argumentativas a partir de diferentes atividades, (Figura 4), incluindo leituras direcionadas e discussões em grupo, que ajudaram os participantes a refletirem sobre as práticas argumentativas. Essas ações permitiram não apenas a coleta de dados, mas proporcionaram um ambiente rico para aprendizado e interação, refletindo o potencial da abordagem de argumentação na formação docente.

4.3 Metodologia de Análise de Dados

Nessa pesquisa, utilizamos como metodologia de análise de dados o Estudo de Caso, pois é uma estratégia que permite uma visão detalhada e contextualizada de todo o processo em análise. A abordagem dessa metodologia é útil em investigações educacionais, pois possibilita a compreensão dos processos envolvidos na sua totalidade, considerando as interações entre os participantes e o contexto (Yin, 2015). No presente trabalho, o foco esteve no processo de ensino baseado em *ações docentes* voltadas ao desenvolvimento de habilidades argumentativas por licenciandos, a partir da controvérsia histórica sobre a ‘descoberta’ do gás oxigênio como elemento central de discussão.

O estudo de caso foi estruturado a partir de um *corpus* composto por transcrições do material audiovisual (gravações das aulas), registros de bordo e respostas a três questionários eletrônicos. As diferentes fontes de dados forneceram múltiplas perspectivas, permitindo uma análise abrangente e rica da situação investigada. A organização seguiu etapas que buscaram descrever o contexto de

ensino e explorar as relações entre as práticas docentes e o desenvolvimento argumentativo dos professores em formação.

Inicialmente, os dados foram organizados de forma a construir uma narrativa descritiva do caso, o que envolveu identificar eventos importantes durante as aulas, como as intervenções docentes que estimularam a argumentação, a formulação de perguntas e o uso de múltiplos pontos de vista. As ações docentes foram analisadas em termos de sua contribuição para o desenvolvimento argumentativo dos licenciandos, a partir do uso de justificativas, apresentação de evidências e a formulação de contra-argumentos e refutações. O impacto dessas ações foi avaliado diante das respostas dos licenciandos, tanto na interação durante as aulas quanto nas respostas coletadas por meio dos questionários.

A análise também envolveu a triangulação dos dados coletados a partir dos múltiplos instrumentos de coleta – gravações audiovisuais, questionários e registros escritos, uma vez que a triangulação de dados proveniente de diferentes fontes enriquece a análise, aumenta a validade e a confiabilidade da pesquisa, além de possibilitar uma compreensão mais completa e fundamentada do contexto analisado (Yin, 2015).

5 RESULTADOS

Os dados e as respectivas discussões serão apresentados a partir de uma estrutura textual. Com isso, visamos apresentar uma análise e discussão dos resultados a partir do estudo de caso, o qual foi cuidadosamente elaborado, buscando abranger descrições completas de todos os eventos que compuseram a coleta de dados, além de transcrições dos processos argumentativos relevantes para o delineamento da pesquisa. Ressalta-se que os argumentos apresentados ao longo do estudo de caso foram reescritos, quando necessário, visando evitar vícios de linguagens, mas sem alterar o sentido da fala inicial. Destacamos que os trechos marcados entre parênteses () são comentários feitos pelos próprios participantes da pesquisa ao elaborarem suas falas escritas coletadas a partir dos questionários, enquanto os trechos marcados entre colchetes [] são comentários feitos pelos analistas, visando contextualizar o que está sendo exposto para o leitor, uma vez que o processo argumentativo não é linear e, por vezes, os participantes retomam falas anteriores ou ideias de maneira subentendida. Por fim, os trechos marcados entre chaves { } são complementações feitas pelos analistas, de modo a melhorar a coesão da frase.

5.1 Estudo de Caso

Antes de iniciarmos as aulas da sequência de ensino, os PFI foram convidados a responder o questionário 1 (Apêndice C) que tinha como objetivo conhecer o perfil de cada um a partir de suas concepções iniciais sobre argumentação e sobre a ‘descoberta’ do gás Oxigênio. Esse questionário foi planejado para compreender as concepções prévias dos licenciandos sobre argumentação e sobre a controvérsia histórica abordada. Além disso, a sondagem dos conhecimentos prévios dos PFI nos ajudaria a compreender os dados relacionados ao processo de aprendizagem vivenciado por eles.

O questionário foi estruturado em quatro seções, sendo elas: ‘A descoberta do Gás Oxigênio’, ‘Argumentação no processo de construção da Ciência’, ‘Argumentação no ensino de Ciências’ e ‘Práticas Argumentativas’, respectivamente. Na primeira seção, os licenciandos deveriam evidenciar o que sabiam sobre a

história por trás da descoberta do oxigênio, como e onde adquiriram este conhecimento e se possuíam alguma opinião, explicitando-a. Dentre os seis licenciandos, apenas um conhecia a história, que foi abordada em uma disciplina no início da graduação (aproximadamente no 4º período). O licenciando Caio afirmou ter feito um trabalho sobre a vida e obra de Antoine Lavoisier e relatou conhecer parte da história relacionada ao químico francês.

Na segunda seção, os participantes deveriam responder sobre a importância da argumentação na Ciência. Todos afirmaram considerar que a argumentação está presente em todo o processo de construção do conhecimento científico e reconheceram sua importância. Um exemplo é a resposta apresentada por Renata:

“A argumentação é importante para que um conhecimento seja desenvolvido, essencial para desenvolver a ideia inicial e trazer pontos para discutir a viabilidade e a veracidade do assunto que está em discussão na ciência.” (Questionário 1)

Na mesma linha, temos a fala de Mariana que relembrou um episódio histórico e como a argumentação contribuiu para o avanço científico na época:

“(…) lembrei um pouco da história {da descoberta} do DNA. Se Watson e Crick tivessem aceitado a proposta de Pauling {sobre a estrutura} da tripla hélice sem questionar, talvez os estudos teriam demorado mais para avançar.” (Questionário 1)

Após a reflexão da importância da argumentação na Ciência, os licenciandos precisaram refletir sobre a importância dessa prática no ensino de Ciências e quando perguntados sobre ‘O que você entende por Argumentação no ensino de Ciências?’, algumas das respostas obtidas foram:

“A argumentação no ensino de Ciências é quando os alunos discutem ideias científicas, explicando e justificando seus pontos de vista com base em evidências. Isso ajuda a desenvolver habilidades como pensar criticamente, analisar informações e se comunicar de forma clara. É usada para ajudar os alunos a entenderem melhor os conceitos científicos, incentivando-os a questionar, debater e refletir sobre o que aprendem. Além de aproximar a ciência de situações do dia a dia e de temas da sociedade, tornando o aprendizado mais relevante e eficiente.” (Camila, questionário 1)

“A argumentação no ensino de Ciências é um tema bastante relevante e relativamente discutido em sala de aula. Considero a prática da argumentação essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico dos estudantes, uma vez que: desenvolve o pensamento crítico, melhora a compreensão conceitual, aumenta o engajamento ativo, desenvolve habilidades de comunicação, constrói conhecimento colaborativo e prepara para a cidadania científica.” (Caio, questionário 1)

Diante dessas respostas, notamos que todos os licenciandos consideraram relevante a abordagem de práticas argumentativas no ensino, apesar de ainda não terem vivenciado a argumentação em sua dimensão explícita. A falta de

conhecimentos sobre argumentação foi observada nas respostas da última sessão do questionário, sobre as experiências na participação e/ou aplicação de práticas argumentativas em sala de aula. Isso porque, cinco dos seis PFI afirmaram ter participado de uma prática argumentativa. Ao relatarem a experiência, notamos que se tratava de momentos que a argumentação foi abordada de forma implícita ou sem a intenção de ser uma prática argumentativa, conforme podemos observar a seguir:

“As disciplinas de Instrumentação para o Ensino de Química⁵ e Neurociência da Aprendizagem foram as que mais envolveram práticas argumentativas. Nas discussões e atividades foi possível ter trocas com as opiniões e posicionamentos do restante da turma, e pelas discussões compreender melhor determinados assuntos.” (Camila, questionário 1)

“Em uma aula de Instrumentação para o Ensino de Química, a professora Isabela nos apresentou o chocolate *Suflair* e nos propôs o desafio de desenvolver um argumento que justificasse a presença das bolhinhas de ar presentes no chocolate. Através dos dados da embalagem e de pesquisas específicas sobre os ingredientes, desenvolvemos nossa linha de raciocínio e apresentamos baseando nos levantamentos feitos, e assim geramos um argumento para tal atividade.” (Sofia, questionário 1)

“No momento lembrei das aulas de História da Química, onde tínhamos alguns debates em conjunto, também lembrei de uma encenação que tivemos que fazer, em que tínhamos que argumentar para provar nosso ponto, como se fosse um tribunal de justiça, com alguns temas sendo a favor ou contra e tivemos que trazer argumentos plausíveis que ajudavam a convencer os ouvintes.” (Mariana, questionário 1)

Na experiência mencionada por Camila, entende-se que não houve a intenção de ser uma prática argumentativa, pois a aula parecia se aproximar da perspectiva interativa dialógica (Mortimer; Scott, 2002). Por outro lado, a atividade relatada por Sofia tratava-se de uma dinâmica sobre Modelagem no Ensino de Ciências proposta por Isabela, em uma disciplina de Ensino de Química que antecede a disciplina em que ocorreu a coleta de dados. As atividades de modelagem contribuem de forma significativa para o engajamento dos estudantes em processos argumentativos (Justi, 2019), contudo observa-se que o foco da professora foi no desenvolvimento de conhecimentos em modelagem, não em argumentação, sendo essa última abordada de forma implícita. Por fim, na experiência relatada por Mariana, acredita-se que também foi uma abordagem de argumentação implícita, pois ao dizer “debates em conjunto” entendemos que houve discussões sobre determinados temas, de forma que eles debateram e defenderam pontos de vista sem um ensino explícito sobre sua estrutura. Elementos como debates e encenações favorecem o uso da argumentação, mas diante da fala da

⁵ Os nomes das disciplinas foram alterados visando manter o anonimato da instituição.

licencianda, infere-se que não houve foco no desenvolvimento conceitual de argumentação e nos processos reflexivos sobre a prática, evidenciando que a argumentação surgiu de forma espontânea no contexto da aula.

Sobre a aplicação de práticas argumentativas em contexto de ensino, somente Sofia relatou ter aplicado uma atividade nessa perspectiva, conforme podemos observar a seguir:

“Durante o PIBID, tive a oportunidade de aplicar algumas aulas preparatórias para a ONC (Olimpíada Nacional de Ciências). Em uma das aulas levei aos alunos uma atividade que consistia em apresentar experimentalmente os métodos de separação de misturas, mas antes eu questionei a eles como deveríamos proceder para separar um sistema que eu havia montado. Com base no que eles já haviam visto nas suas aulas do Ensino Médio, foram montando uma linha de pensamento que nós seguimos e confirmamos as ideias construídas pelos alunos. (Não sei se isso pode ser chamada de atividade argumentativa, mas a gente teve que pensar)” (Questionário 1)

Após a coleta dos dados, entramos em contato com Sofia e a questionamos: *“Após as aulas sobre argumentação, você considera que a atividade relatada acima foi uma prática argumentativa? Justifique sua resposta.”* e Sofia explicou como planejou e aplicou a atividade e disse que considerava ser uma atividade argumentativa:

“Sim, eu considero uma atividade argumentativa, pois os alunos tiveram de justificar suas escolhas [sobre o melhor método de separação de misturas] e apresentar os motivos para seguirmos pelo caminho em que eles acreditavam que seria o melhor para resolvermos a questão em si. (Contato posterior a coleta de dados)

Sofia também relatou ter baseado sua aula na dinâmica com o chocolate *Suflair*, mencionada por ela anteriormente e, como explorado antes, tratou-se de uma atividade pensada na prática de Modelagem no Ensino de Química. Diante do relato inicial, não foi possível afirmar que a experiência vivenciada por Sofia seja argumentativa porque, embora a construção experimental dê margem para o trabalho com evidências, e as escolhas dos estudos em relação aos métodos de separação possa ser justificada frente às evidências, a licencianda inicialmente sinalizou dúvidas em relação à argumentação e ressaltou a interatividade da aula, o que não necessariamente significa que tenha sido argumentativa.

A partir das respostas obtidas no questionário 1, podemos observar que desde antes da aplicação da sequência de ensino, os licenciandos possuíam compreensão da importância da argumentação, tanto na Ciência quanto no ensino de Ciências. Quando perguntados sobre as suas experiências com práticas

argumentativas, notamos um equívoco comum, que é tratar as interações discursivas e a argumentação como sinônimos. Apesar de serem conceitos relacionados, eles apresentam distinção no contexto de ensino de Ciências (Sasseron, 2020).

Segundo Mortimer e Scott (2002), “as interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados” (p. 284). Isto é, são os meios pelos quais professores e alunos se relacionam em sala de aula (Sasseron, 2020). Dessa forma, as interações discursivas possuem diversas funções, como a apresentação de informações, promoção de espaço para discussões, meio para o docente obter retorno dos estudantes e assim avaliá-los pontualmente, entre outras (Sasseron, 2020). É válido ressaltar que promover interações discursivas não é fácil, pois demanda determinadas ações do professor, como saber o que perguntar e saber ouvir os estudantes (Sasseron, 2013).

Por outro lado, a argumentação é uma prática científica que se desenvolve a partir das interações discursivas, responsáveis pela construção de argumentos ao estabelecer um ambiente de diálogo e troca de ideias. Nessas interações, a argumentação se manifesta pela proposição, comunicação, avaliação e legitimação de ideias, utilizando-as para construir conclusões, evidências e raciocínios (Sasseron, 2020). Diante dessa discussão e do exposto anteriormente, notamos que apesar de os licenciandos mencionarem terem participado de práticas argumentativas, as experiências mobilizadas tratavam-se de interações discursivas ou de práticas que envolviam a argumentação na sua dimensão implícita, isto é, sem um engajamento nos processos reflexivos e metacognitivos sobre a argumentação (Ibraim; Justi, 2017).

Na sequência, os licenciandos foram convidados a lerem o caso histórico (Apêndice A) e a assistirem aos dois vídeos propostos (Who Discovered Oxygen?, 2015). Após essas atividades extraclasse, os PFI tiveram um breve momento na aula seguinte para relatarem suas opiniões sobre os materiais disponibilizados. É importante ressaltar que os estudantes Caio e Ana inverteram a ordem das atividades e primeiro leram o caso histórico e assistiram aos vídeos antes de responderem o questionário.

Os PFI afirmaram gostar dos materiais, exceto Ana que alegou não ter gostado dos vídeos.

Essa impressão positiva dos PFI sobre os materiais utilizados vai em encontro à literatura, uma vez que a análise de textos históricos permite o desenvolvimento de opiniões independentes, bem como avaliar diferentes perspectivas (Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021). Ainda, segundo a literatura, textos históricos criam a sensação de diálogo com os cientistas, enquanto os vídeos enriquecem o aprendizado ao demonstrar experimentos e discussões científicas, dando ênfase na argumentação como prática central (Archila, 2015; Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021).

Na sequência, Isabela os questionou “Quem descobriu o oxigênio?” e de forma unânime eles responderam que os três, pois todos tiveram contribuições. Ao serem solicitados a atribuir a ‘descoberta’ a um cientista, eles não souberam responder. Para provocá-los, a professora fez alguns questionamentos (a serem discutidos na sequência), baseados nas AFEEA, em especial, relacionados às ações de Suporte e Processo, uma vez que as ações de Processo são responsáveis por incentivar a participação durante o processo argumentativo e as ações de Suporte visam fomentar a ocorrência da argumentação, como encorajar a participação e o posicionamento dos envolvidos. A intenção ao realizar os questionamentos com os PFI era encorajá-los a participarem da discussão e do debate de forma argumentativa.

Os questionamentos feitos por Isabela iniciaram com questões como: ‘*Qual o papel da publicação/divulgação na Ciência?*’ e ‘*Quem publica primeiro é quem descobriu primeiro?*’ e para essa pergunta eles responderam em uníssono: não. Essas perguntas foram pensadas nas ações processuais, isto é, visando o envolvimento dos PFI no processo argumentativo, de modo que eles pudessem refletir para justificar ou avaliar as afirmativas baseadas nas evidências disponíveis, em conhecimentos prévios e no processo de produção do conhecimento científico.

Em seguida, Isabela seguiu com as perguntas: ‘*Na concepção atual, o que é “ar de fogo”?*’, ‘*Na concepção atual, o que é “ar deflogisticado”?*’ e discutiram brevemente como Lavoisier rompeu com as concepções da época sobre o flogisto. Essas perguntas foram voltadas inicialmente às ações de Suporte, pois a professora

estava chamando a atenção dos PFI para ações como ‘encorajar a participação na discussão e a manifestação das ideias dos alunos’, assim possibilitando que, depois, eles pensassem nas evidências disponíveis. Posteriormente, visando ações de Processo, a professora buscou ‘solicitar a avaliação de uma evidência’, ‘encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega’ e ‘avaliar o processo argumentativo, um argumento ou uma afirmativa’ ao pedir que avaliassem as respostas que estavam apresentando para cada uma das perguntas.

Na sequência, novamente, a docente questionou ‘*Se vocês tivessem que escolher um, vocês escolheriam?*’ e novamente os PFI responderam em uníssono: não. Essa pergunta evidencia as ações de Suporte, pois visa encorajar uma tomada de posicionamento por parte dos licenciandos.

Em seguida, após a consulta ao material, Isabela pediu que os PFI respondessem ao Questionário 2 (Apêndice D), para manifestarem suas concepções sobre a contribuição da argumentação ao processo de construção da Ciência A intenção ao propor esse questionário era promover a reflexão dos licenciandos sobre a inserção de práticas argumentativas no ensino.

O segundo questionário foi dividido em duas seções ‘Argumentação no Ensino de Ciências’ e ‘Sobre o Caso Histórico: "Revolução no Ar: a Controvérsia Histórica da Descoberta do Oxigênio"’. Na primeira sessão havia nove perguntas reflexivas sobre a inserção da argumentação no ensino. A primeira pergunta era ‘Na sua opinião, quais as vantagens da abordagem de argumentação no ensino trariam para o ensino de Química? Justifique sua resposta.’ e, a partir das respostas, observamos que os licenciandos possuíam um conhecimento prévio sobre as vantagens associadas a essa abordagem:

“Por meio de argumentações bem fundamentadas, conseguimos construir um caminho sólido para o avanço do conhecimento científico, especialmente na Química, onde a validação das ideias depende de experimentos e teorias comprovadas. Argumentar com base em evidências não só reforça a compreensão dos conceitos, mas desenvolve nosso pensamento crítico, algo essencial para futuros químicos. Isso permite que conteúdos sejam transmitidos de forma mais ampla e significativa para as próximas gerações, incentivando a investigação de novos fenômenos e o desenvolvimento de soluções inovadoras para os desafios da sociedade.” (Ana, questionário 2)

Assim como Ana, os demais licenciandos abordaram perspectivas semelhantes ao responderem essa pergunta. Entretanto, novamente observamos o

equívoco entre os conceitos 'interações discursivas' e 'argumentação', isso porque Mariana apresentou a seguinte resposta:

(...) {a argumentação contribui para a} interação aluno-professor, um elo vai se criando, pois ambos vão ficando mais confortáveis uns com os outros, então a aula poderá fluir com maior facilidade." (Questionário 2)

Segundo a resposta de Mariana, notamos que ela considera que a interação discursiva entre professor e aluno, em especial a do tipo dialógica (Mortimer; Scott, 2002), ocorrerá a partir da argumentação e não o contrário, conforme apresentado na literatura (Sasseron, 2020).

Na sequência, os PFI deveriam refletir sobre as contribuições que a abordagem argumentativa em sala de aula poderia trazer ao ensino de Química e eles listaram diversos pontos, como desenvolvimento do senso crítico, rompimento de concepções alternativas e maior compreensão da Química e de situações cotidianas.

Em seguida, foi questionado sobre as desvantagens em abordar a argumentação no ensino, e quatro licenciandos alegaram não ver desvantagens nessa abordagem. Em contrapartida, os outros dois fizeram algumas ponderações, como a possibilidade de gerar conflitos entre os alunos, o alto tempo associado a esse tipo de prática e os desafios para avaliar os estudantes. Quanto às possíveis limitações para introduzir práticas argumentativas na sua prática pedagógica, novamente os licenciandos apontaram o tempo associado para promover essa abordagem e as limitações no horário escolar (50 minutos/aula), a dificuldade em promover argumentação em um contexto científico e a subjetividade na avaliação dos estudantes.

Quando questionados sobre o papel do professor na promoção de ambientes argumentativos, todos os licenciandos citaram o docente enquanto mediador do ambiente e da prática, como podemos observar na fala de Renata:

"O professor será responsável por conduzir as discussões, trazer pontos para serem refletidos durante o diálogo, retomar a conversa para o assunto de interesse, caso as discussões estejam muito distantes e não contribuam para o objetivo central." (Questionário 2)

Quanto ao papel dos estudantes nessas práticas, todos citaram a participação como característica fundamental para o sucesso da abordagem. Em seguida, eles foram questionados 'Se você fosse professor de uma turma, como você faria para

envolver os estudantes na argumentação? Justifique.’ e eles citaram a necessidade de despertar o interesse dos estudantes, trazer questões provocativas, abordar o cotidiano, a abordagem de aulas experimentais e situações-problema para nortear a argumentação. Um exemplo é a resposta de Renata:

“Uma possibilidade para trazer a argumentação para os meus alunos seria trazendo um experimento e pedir para que eles trouxessem ideias que explicam o fenômeno que está ocorrendo naquele momento, justificando com os conhecimentos prévios que eles possuem, antes de ensinar o conteúdo. Após a explicação, traria outro experimento que retratasse um fenômeno semelhante ao anterior e pediria novamente para que eles explicassem o experimento, agora, porém utilizando argumentos com base na teoria aprendida, mostrando a importância da argumentação para o desenvolvimento da ciência e na explicação de fenômenos.” (Questionário 2)

Nessa fala de Renata, podemos observar a intenção de abordar a argumentação em um contexto científico e a intenção da futura professora em abordar a coleta de dados e evidências visando a estruturação de argumentos com estes elementos por parte dos seus futuros estudantes, o que foi observado no trecho “(...) pediria novamente para que eles explicassem o experimento, agora, porém utilizando argumentos com base na teoria aprendida”. Entretanto, como o questionário foi respondido antes das aulas explícitas sobre argumentação, a licencianda pode não ter utilizado os termos dados ou evidências, pois ainda não os conhecia, mas “argumentos com base na teoria aprendida”.

Na sequência, os PFI foram questionados sobre quais estratégias utilizariam para promover o ambiente argumentativo e as respostas envolveram desde a reorganização espacial da sala de aula, como reorganização das carteiras, até o uso de abordagens que contemplem interações com *feedback* contínuo do professor para o aluno e a associação de conhecimentos prévios dos estudantes ao novo conhecimento que espera-se construir. Além dessas, outras respostas indicaram a promoção de debates, discussões e trabalhos em grupos, o que vai ao encontro da literatura que aponta o uso de debates com fins pedagógicos benéficos, pois proporciona impactos nas habilidades orais dos participantes e no desenvolvimento do pensamento crítico (Leitão, 2012). Entretanto, ressalta-se que há autores que, embora acreditem que o debate seja uma estratégia útil para envolver os alunos na argumentação, a prática argumentativa é mais ampla do que a simples abordagem de debates e não depende somente de desacordos entre os praticantes para que ocorra (Sadler, 2006; Sasseron, 2020). Renata complementou sua resposta anterior:

“Além do experimento citado anteriormente, outra estratégia que eu usaria para criar um ambiente argumentativo seria trazer uma situação problema e pedir aos estudantes que construam uma solução para este problema, argumentando porque a sua forma de solucionar é a mais eficiente e benéfica.” (Questionário 2)

A partir da resposta da PFI, podemos observar que ela possuía um conhecimento prévio sobre práticas argumentativas e estratégias que corroboram essa inserção no ensino, mesmo sem ter vivenciado o ensino formal desse tema. Isso porque a literatura aponta o uso de contextos para promover a argumentação, assim como o uso de dilemas éticos e questões sociocientíficas, que não apresentam uma resposta definida (Sadler, 2006). Além de o uso dessas questões desafiar os estudantes a analisarem evidências, destaca-se ainda a potencialidade em considerar diferentes perspectivas e formular argumentos bem fundamentados (Sadler, 2006), conforme a ideia apresentada pela professora em formação.

Ao final do Questionário 2, os PFI foram convidados a refletirem sobre as contribuições dessa abordagem de ensino no processo de aprendizagem e todos apresentaram considerações positivas, como o desenvolvimento do pensamento crítico para avaliar dados e formular respostas, maior autonomia no processo de construção do conhecimento, melhora nas habilidades de comunicação, melhora no engajamento e participação. Essas respostas estão alinhadas com a literatura, que destaca que atividades caracterizadas como práticas científicas, como a argumentação (Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017), podem facilitar a criação de oportunidades para resolver problemas, avaliar e coordenar dados, evidências e alegações, além de contribuir para a construção de conhecimentos por parte dos estudantes (Lino; Sasseron, 2024).

É válido ressaltar que um dos objetivos da aplicação do segundo questionário era compreender a visão dos licenciandos sobre o papel do professor na promoção de ambientes argumentativos, pensando em uma das questões de pesquisa do presente trabalho: *“Quais as reflexões apresentadas por professores, em formação inicial, sobre o papel docente na inserção e condução de práticas argumentativas no ensino?”*. E, a partir das respostas obtidas, podemos observar que os PFI, mesmo antes das aulas explícitas sobre argumentação, compreendiam o papel do docente como responsável por mediar, conduzir e incentivar a participação dos estudantes durante essas práticas. Isso é corroborado pela literatura, que aponta que a

abordagem de argumentação no ensino exige que o professor deixe de ser visto como uma figura de autoridade, dedicado a apresentar respostas corretas, e se torne um facilitador na construção do conhecimento (Zohar, 2007). Na segunda sessão, quando solicitados a elaborar um argumento que expressasse sua posição em relação ao mérito dos cientistas envolvidos nos estudos da 'descoberta' do oxigênio, todos citaram os três cientistas (Scheele, Priestley e Lavoisier) como fundamentais no processo. Um exemplo é a resposta de Caio:

“(…) A interação e as contribuições combinadas desses três cientistas mostram como diferentes abordagens e momentos de comunicação são vitais para o avanço da ciência. Todos contribuíram significativamente para o que hoje conhecemos sobre o oxigênio, e todos merecem crédito por suas respectivas partes na descoberta.” (Questionário 2)

Entretanto, apesar de todos reconhecerem os três cientistas como responsáveis pela 'descoberta', ao serem solicitados a escolher somente um, quatro dos PFI escolheram Lavoisier. Apesar de Ana e Camila citarem Priestley e Scheele como os escolhidos, ambas reconheceram, durante sua fala, o mérito associado a Lavoisier, por diferentes motivos. Além disso, podemos notar as principais justificativas e evidências utilizadas por cada um para sustentar as afirmativas apresentadas (Quadro 2).

Diante da análise, observa-se que a maioria dos argumentos favorece Antoine Lavoisier, enfatizando sua capacidade de romper com a teoria do flogisto e fornecer explicações mais precisas e abrangentes sobre o fenômeno observado. De modo geral, as justificativas baseiam-se na transformação do conhecimento químico, enquanto as evidências incluem seu método rigoroso e o rompimento com teorias vigentes na época.

Após esse questionário, na aula seguinte, os licenciandos tiveram três aulas sobre argumentação na dimensão explícita (Ibraim; Justi, 2017). Isabela iniciou a primeira aula com algumas questões norteadoras como '*O que é argumentação?*' e '*O que é um argumento?*', visando as AFFEA estruturais e o ensino da dimensão conceitual de argumentação (Ibraim; Justi, 2021), e abordou exemplos de argumentos presentes no dia a dia dos licenciandos, como a simples recomendação de um xampu para cabelos e os dados e evidências apresentados na elaboração desse argumento de modo a convencer um público. A professora também abordou os diferentes tipos de dados (históricos, científicos etc.), a diferença entre dados e evidências, a importância da estruturação coesa entre dados, evidências e a

afirmativa defendida. Ela também abordou a diferença entre argumentação inter e intrapessoal, entre outros aspectos.

Quadro 2 – Análise dos argumentos apresentados no questionário 2

PFI	Afirmativa	Justificativa	Evidência
Ana	Priestley isolou o oxigênio, mas não compreendeu completamente seu papel. O avanço real veio com Lavoisier.	Priestley fez a descoberta inicial, mas a compreensão científica só avançou com Lavoisier.	O papel da oxidação e da combustão foi mais bem explicado por Lavoisier.
Caio	Lavoisier merece o crédito principal pela descoberta do oxigênio.	Ele rompeu com a teoria do flogisto e revolucionou a química moderna.	Ele forneceu explicações rigorosas, baseadas em medições precisas e observações sistemáticas.
Camila	Scheele foi o primeiro a isolar o oxigênio, mas Lavoisier teve um papel fundamental na rejeição da teoria do flogisto.	O isolamento do oxigênio não foi suficiente para compreender sua importância.	Lavoisier contribuiu para o desenvolvimento da ciência ao refutar o flogisto e impulsionar novos estudos.
Mariana	Lavoisier foi responsável por romper com a teoria do flogisto.	Ele propôs uma explicação mais coerente sobre o oxigênio	Ele utilizou experimentos anteriores, mas forneceu uma justificativa inovadora.
Renata	Lavoisier trouxe uma explicação mais completa sobre o oxigênio.	Ele argumentou de forma mais clara e questionou ideias anteriores.	Sua explicação englobou diversas propriedades do oxigênio e não apenas observações experimentais.
Sofia	Lavoisier foi o cientista mais importante na compreensão do oxigênio.	Ele mudou o pensamento científico e abriu novas possibilidades.	Ele superou a teoria do flogisto e poderia ter chegado aos mesmos experimentos sozinho.

Fonte: Autora (2025).

Após essa aula, os PFI foram convidados a ler o artigo intitulado “Contribuições de ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação para a inserção de estudantes na prática científica de argumentar” (Ibraim; Justi, 2021). Diante das informações apresentadas no artigo, na aula posterior, foi possível defender a importância de uma abordagem explícita da argumentação em sala de aula, bem como evidenciar a importância da mediação docente e as suas ações durante a promoção de ambientes argumentativos, visando favorecer o desenvolvimento da argumentação dos estudantes. Para isso, Isabela convidou os estudantes a encenarem parte das discussões apresentadas ao longo do artigo, chamando sempre a atenção para as ações docentes que favoreciam e permitiam o desenvolvimento do ambiente argumentativo entre os estudantes.

Nessa aula, ainda visando o ensino conceitual sobre argumentação, Isabela também discutiu sobre os elementos básicos que compõem um argumento, como afirmativa, justificativa e evidências. Ela também abordou a diferença entre contra-argumentação e refutação, baseando-se nas ações de Estrutura, uma vez que essas ações têm como objetivo a compreensão dos elementos básicos de um argumento e o significado das capacidades argumentativas, como elaboração de argumentos, teorias alternativas, contra-argumentos e refutações, além de permitir que os PFI reflitam sobre cada um desses elementos. Os PFI também aproveitaram o momento para discutir brevemente a diferença entre a argumentação oral e escrita.

Na aula seguinte, ainda refletindo sobre o artigo, a professora trouxe perguntas que apareceram ao longo do texto como “*O que é o combustível na vela, a parafina ou o pavio?*” e solicitou que os PFI escrevessem argumentos para esses questionamentos. Esse momento foi planejado visando atender as AFEEA de Processo, pois a intenção era incentivar o envolvimento dos licenciandos no processo argumentativo. Isabela pediu que os argumentos escritos atendessem aos critérios de um bom argumento, com os elementos essenciais (dados, evidências e conclusão) para a sua estruturação, conforme discutido na aula anterior. Assim, a professora visou as AFEEA de Estrutura, assegurando a compreensão da dimensão conceitual da argumentação.

Após a elaboração dos argumentos escritos, os licenciandos os apresentaram de forma oral e tiveram a oportunidade de refutar uns aos outros. Eles

também tiveram a oportunidade de avaliar os argumentos. Nesse sentido, ao longo da análise e avaliação dos argumentos apresentados, a professora buscou assegurar que os PFI percebessem os elementos básicos que foram utilizados na construção dos argumentos e refletissem sobre esses elementos e a sua importância, por meio da aplicação de tais conhecimentos. Assim, Isabela buscou atender as AFEEA de Estrutura e Função, visando que os PFI compreendessem os elementos básicos de um argumento e as finalidades da argumentação, seja para justificar ou avaliar afirmativas, seja para persuadir uma audiência.

Após essa aula, os PFI foram solicitados a redigir um argumento defendendo o cientista que escolheram no segundo questionário, baseando-se nos conhecimentos construídos após as aulas explícitas sobre argumentação. A intenção ao solicitar esse argumento era oportunizar a eles mais um momento para elaboração de argumentos, focando na construção de argumentos robustos, utilizando os conhecimentos construídos na dimensão explícita, além de os preparar para o debate que ocorreria na aula seguinte. Nesse momento, mais uma vez a professora objetivou contemplar as AFEEA de Processo e Estrutura, buscando envolver os licenciandos no processo argumentativo, sempre chamando a atenção para a importância dos conceitos e elementos básicos que compõem a argumentação.

Na última aula, apenas quatro participantes estavam presentes no início da aula: Caio, Mariana, Renata e Sofia. Dessa forma, eles foram divididos em dois grupos para debaterem em prol do cientista que merecia o crédito pela 'descoberta' do oxigênio. Essa divisão buscou atender as AFEEA de Processo, pois os colocou em posição de debate, envolvidos no processo argumentativo, de modo a persuadirem uns aos outros. Os quatro estudantes foram divididos em duas duplas: Mariana e Sofia tiveram que defender Lavoisier, enquanto Caio e Renata tiveram que ir contra. Vale ressaltar que, inicialmente, os quatro escolheram Lavoisier no segundo questionário, mas na intenção de intensificar o debate, a professora fez tal separação. Camila chegou um pouco atrasada e foi inserida no grupo contra Lavoisier.

A professora Isabela explicitou aos PFI que a intenção inicial seria que cada um fosse colocado em um grupo defendendo outro cientista, que não aquele que ele/ela havia escolhido em princípio, buscando atender as AFEEA de Processo ao

‘encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega’. Contudo, isso não foi possível, pelo número de estudantes que escolheram Lavoisier e pela dinâmica da aula (com a falta de um PFI e outro que chegou atrasado). Cada grupo teve 5 minutos para se organizar e, na sequência, 1 minuto para apresentar seus argumentos iniciais.

A seguir teremos a transcrição na íntegra dos argumentos apresentados ao longo do debate. Ressaltamos que os argumentos apresentados pela cor branca do Quadro 3 são favoráveis a Antoine Lavoisier (grupo Lavoisier), e os argumentos indicados pela cor cinza no Quadro 3 são contrários ao cientista e favoráveis a Scheele e Priestley (grupo Scheele e Priestley).

Quadro 3 – Argumentos transcritos do Debate

Turno 1: Argumentos Iniciais	
Mariana	Nós defendemos Lavoisier porque diferente dos outros cientistas, ele trouxe uma linha de raciocínio diferente. Enquanto os outros utilizavam a teoria do flogisto que foi descoberta antes, ele pensou fora. Ele pensou “como que pode o produto ser maior que o reagente?”. Então, pensando sobre isso, ele levou a teoria dele por essa linha, trazendo uma nova teoria que refutava a do flogisto [teoria aceita na época]. Mas, é claro, nós não deixamos de falar que reconhecemos que os demais também deveriam ter os créditos, porque querendo ou não os experimentos deles deram uma ajuda para alavancar os experimentos de Lavoisier.
Caio	Quero que vocês entendam um aspecto fundamental sobre a descoberta do oxigênio que vocês estão desconsiderando mesmo dizendo que os outros cientistas colaboraram. O fato mais importante é que foi Scheele quem observou e isolou o oxigênio e, quanto a isso, não existe dúvida nenhuma e nenhum outro cientista além dele, antes dele, conseguiu fazer isso. Por isso, a descoberta deve ser creditada ao Scheele. Entenderam?
Renata	Conforme a Mariana falou, nos dando os créditos. Outros cientistas também merecem os créditos, porque contribuíram. O Caio já falou do Scheele que foi o primeiro a isolar, mas não podemos deixar de falar também do Priestley, que fez diversos experimentos com o oxigênio, que foram muito importantes para a evolução da sua descoberta.
Turno 2: Momento de Réplica	
Sofia	Então Caio, eu concordo que os experimentos do Scheele foram muito importantes, porque ele foi o primeiro a isolar. Mas não adianta, eu ter um dado muito importante, uma evidência muito importante, se eu não souber interpretá-la corretamente, se eu não souber aplicá-la corretamente. Não adianta ter um monte de equipamentos ou, enfim, uma metáfora... Eu tenho

	um monte de ouro, eu não sei no que utilizar, no que gastar, eu tenho material, mas não sei construir. Você compreende? Não adianta eu ter isolado o oxigênio, mas ter mantido a teoria do flogisto. Eles deveriam ter pensado, elaborado uma outra teoria, porque permanecer... a permanência daquilo já não era mais viável. Renata, todos nós concordamos que todos deveriam ter sido contemplados com a 'descoberta' do oxigênio, mas experimentos são reproduzíveis. Mais cedo ou mais tarde, Lavoisier poderia ter chegado naqueles mesmos experimentos que o Priestley e ter interpretado de maneira diferente e ter nomeado o oxigênio com o devido conhecimento que temos agora.
Camila	Sofia, você concorda que a partir do momento que é descoberto um elemento, o cientista não vai ter em mãos todas as propriedades? Foram de 1772 a 1777 para realizar todos os estudos. Independente se o Lavoisier, caracterizou corretamente o elemento, Scheele e Priestley depois que conseguiram isolar e com as teorias mesmo que com erros, favoreceram os estudos de Lavoisier. Mas a pergunta é: "Quem descobriu primeiro o oxigênio?"
Mariana	Não, a pergunta é: "Quem descobriu o oxigênio?"
Camila	Então! Independentemente de quem publicou primeiro, quem teve o primeiro contato com o gás, foi ele [Scheele]. Agora, quem realmente identificou o gás e o elemento corretamente depois de vários anos que Scheele já tinha isolado, desde 1772 a 1777, foi Lavoisier.
Mariana	Mas só que ele [Scheele] publicou em 1777, enquanto os outros publicaram em 1774 e em 1772, se não me engano. Então foi muito longe. E como nós vamos saber se ele descobriu primeiro, se ele não publicou nada, não falou nada. Tudo que nós temos que ele publicou primeiro foi uma carta. Uma carta que ele enviou a Lavoisier, nesse caso.
Camila	Mas a história já identifica que mesmo ele não tendo publicado, que foi ele quem descobriu em 1772. Isso é incontestável. Agora, nós temos a publicação dele, mas independente...
Renata	Conforme as meninas [defesa] disseram, os experimentos de Scheele e Priestley contribuíram para a pesquisa de Lavoisier. Vocês concordaram. Se eles não tivessem feito esse experimento, será que Lavoisier teria esse interesse em fazer experimentos com oxigênio? Talvez não, talvez ele só tenha sido um interesseiro, viu que outro cientista tinha trabalhado naquilo e aproveitou da pesquisa desses cientistas para criar vantagem e levar o nome de descobridor, mas ele não foi o descobridor. Outros cientistas descobriram, fizeram experimentos, apesar de terem errado na conclusão e na interpretação dos experimentos, ele sabia que eles não tinham publicado, ele aproveitou dessa oportunidade para levar o nome dele, para se vangloriar em cima do experimento de outra pessoa e sem {dar} créditos para essas pessoas.

Caio	Ele foi um oportunista!!! Reforçando a fala da colega Renata, quem realmente descobriu o oxigênio foi o Scheele. O Lavoisier apenas 'surfou na onda' do Scheele, porque ele foi um aproveitador. O Scheele descobriu o oxigênio e por questões financeiras, provavelmente, não teve condições de aprofundar os seus estudos, diferentemente de Lavoisier, que tinha à sua disposição uma família rica que o bancava financeiramente. Então, ele se aproveitou. Ele foi muito esperto, muito 'cara de pau'. E ele se aproveitou das informações originais e primárias do Scheele para aprimorar a descoberta do elemento, mas quem descobriu, não se esqueçam: foi o Scheele.
Turno 3: Argumentos de Tréplica	
Mariana	Não foram todos que publicaram antes, Priestley, diferente do Scheele, publicou dois anos antes de Lavoisier e {a publicação} não foi muito bem-vista. Já Lavoisier, dois anos depois, publicou uma teoria que confrontava a teoria da época e foi muito bem aceita.
Sofia	A Ciência não é constituída de poucas pessoas, não podemos começar uma pesquisa e ficar somente em um cientista, tem que ter todo um grupo para participar. Se outros cientistas puderem contribuir com aquela pesquisa, melhor é, porque mais rápido chegamos nos resultados. Se fosse para a pesquisa do descobrimento do oxigênio ficar só entre Scheele e Priestley porque eles foram os primeiros a isolar e a pensar, não ia desenvolver. E essa não desenvoltura ia atrasar toda a sociedade em anos, décadas, enfim... nós não podemos parar para pensar que Lavoisier 'surfou na onda' deles. Todo cientista, quando tem um foco no mercado, em descobrir alguma coisa ou inovação, todos viram seus olhares para aquela área. Se, no momento, tinham alguns cientistas interessados em pesquisar sobre um novo composto, o oxigênio, que conhecemos agora, obviamente um cientista renomado da época também ia observar aquilo. Ele não iria 'fechar os olhos' só porque acha injusto deixar os outros dois sem crédito. "Ah, mas ele é abastado", isso é coisa do destino, não mexemos com isso. Não podemos pensar que deveria ficar na mão dos dois primeiros porque são os dois primeiros. A pesquisa tem que ser divulgada, tem que ser amplamente espalhada a todos para que com mais contribuições, mais rápido cheguemos em conclusões.
Caio	E devidamente creditada.
Sofia	Esse adiantamento no resultado da pesquisa, possibilitou a descoberta e catalogação de outros compostos, como os óxidos. E, se não fosse por isso, talvez muitas lacunas ficariam abertas, gerando mais e mais problemas dentro da Ciência. Poderia inventar diferentes nomes, mas o oxigênio que conhecemos hoje, foi o que se encaixou perfeitamente no papel dos óxidos e dos outros compostos, que foram descobertos e catalogados, por quem? Lavoisier!
Caio	Concordo, mas não se esqueça que estamos discutindo quem descobriu o oxigênio e não quem melhorou a descoberta.

Renata	Sofia, conforme você falou, quando uma área de pesquisa está em alta na ciência, vários cientistas vão pesquisar nela, mas vale ressaltar, que quem abriu essa área de pesquisa foi Scheele. Ele foi o primeiro a pesquisar nessa área, não existia pesquisa nessa área. Então, você tem que pensar que foi Scheele quem abriu a pesquisa nessa área, ele foi o primeiro a desenvolver pesquisas relacionadas ao oxigênio. Portanto, ele é o primeiro descobridor. Por mais que vieram outros cientistas que explicaram melhor... você pode pensar que outros cientistas hoje em dia podem explicar melhor que Lavoisier, não significa que essa pesquisa terminou. Ela pode seguir a frente e novos cientistas podem vir e podem explicar ainda melhor. O seu cientista apenas deu uma explicação, mas o primeiro que abriu a área de pesquisa foi Scheele.
Sofia	Senhores, ele não estava buscando o oxigênio, ele estava buscando o flogisto. Alteração de termos... “Ah, mas são pequenos nomes”, não! Os termos são o que dão caminho a linha de raciocínio. Os dois [Scheele e Priestley] estavam com a sua visão voltada para a pesquisa necessariamente do flogisto, sobre o ar com flogisto [‘ar de fogo’], sobre o ‘ar deflogisticado’ e suas ações, não sobre uma outra linha de raciocínio. Quem descobriu o oxigênio, descobriu e aceitou uma nova linha de raciocínio, foi Lavoisier. Scheele e Priestley estavam focados no flogisto.
Camila	Mas depois que ele isolou pela primeira vez o oxigênio, isso não pode ser ignorado.
Sofia	Não pode, mas...
Camila	Foi a partir do experimento de Scheele, que ele [Lavoisier] conseguiu identificar o gás que nós conhecemos como oxigênio e isso é inegável.
Sofia	Inegável.
Camila	Então quem foi que descobriu o oxigênio?
Sofia	Lavoisier!
Caio	Não! Caríssimas colegas, eu gostaria de lembrá-las, de que flogisto era a teoria pertinente na época. Então, naquela época, era o flogisto que reinava na cabeça dos cientistas. Não faz sentido você dizer que eles estavam com uma teoria errada, porque naquela época {o que} existia {era} o flogisto. É como você dizer que motorista de táxi é o mesmo que motorista de aplicativo, não faz sentido comparar isso, houve uma evolução das teorias. Então, na época, flogisto era uma teoria válida, universal e aceita por todos os cientistas. Por toda a comunidade acadêmica. Então, a teoria da descoberta do oxigênio {baseada} no flogisto está cem por cento correta.

Sofia	<p>Todos na mesa aqui podemos ter os mesmos dados, baseados nos mesmos experimentos, talvez tirarmos as mesmas evidências, mas o que vai ser levado em consideração para chegarmos em uma conclusão e publicar algo, escrever algo, compartilhar algo são as interpretações que fazemos do material que está disponível para nós.</p>
Mariana	<p>Se ele tivesse seguido a mesma linha de raciocínio dos demais, tudo bem falar que foram os outros que explicaram... “Ah, Scheele foi primeiro ou Priestley foi o primeiro porque publicou”, mas não foi. Ele trouxe uma inovação para a época e por mais que Scheele descobriu primeiro e os experimentos foram essenciais, mas o raciocínio foi todo dele [Lavoisier]. Ele partiu seu raciocínio do zero. (...) Ele voltou toda a pesquisa dele para descobrir o porquê.</p>
Sofia	<p>Experimentos são reproduzíveis, mas ideias são únicas.</p>
Renata	<p>Então, analisando o que a Sofia falou sobre estar na mesma mesa e vários cientistas analisando uma ideia. Quem colocou essa ideia na mesa? Scheele. Ele levou essa ideia para a mesa e para os outros cientistas discutirem. Foi ele quem levou, certo? Para a ideia estar na mesa, alguém precisa ter levado essa ideia.</p>
Caio	<p>Ele que serviu o banquete.</p>
Renata	<p>Lavoisier não serviu uma ideia na mesa para ser discutida. Quem levou a ideia foi Scheele. De acordo com a Mariana, ele [Lavoisier] surgiu com a ideia do nada. Isso é mentira! Ele refez os experimentos que o Priestley já tinha feito e teve uma interpretação diferente, não partiu do nada. Está equivocada. Vamos considerar isso. E, nada impede que outro cientista traga uma interpretação em cima da ideia de Lavoisier. Nada impede! A pesquisa científica não acaba, novos cientistas surgem, novas ideias vêm. O importante é considerar a primeira pessoa que iniciou a pesquisa e é isso que vocês estão esquecendo de valorizar.</p>
Sofia	<p>Tudo bem, ele iniciou a pesquisa sobre o flogisto. Está bom! Lavoisier deu continuidade nela e conclusão sobre o oxigênio.</p>
Camila	<p>Se não fosse a teoria do flogisto, se não tivesse estudado e visto que tinha algumas inconsistências nessa teoria, ele não iria conseguir desenvolver a pesquisa.</p>
Sofia	<p>Mas de onde você tirou essa teoria?</p>

Camila	Mas a questão não é essa, a questão é: quem descobriu o oxigênio?
Mariana	Mas tem que ter uma análise dos dados, não adianta só ter descoberto e não analisar.
Sofia	Por exemplo, o colega do professor João ⁶ , descobriu um mineral, esse mineral estava dentro de uma rocha. Se ele parte essa rocha de uma maneira diferente e outra pessoa olha para aquele mineral e cataloga. Quem descobriu? Foi o colega do professor João ou a outra pessoa?
Camila	Colega do professor João.
Sofia	Você realmente acha que ele [a outra pessoa] ia virar e falar: é sua? Se a pessoa não parar e prestar atenção...
Camila	Sofia, como que ele não parou para prestar atenção? Ele [Scheele] fez o experimento, ele viu que a chama estava diferente, ele sabia que tinha um ar diferente ali que ninguém conhecia. Ele descobriu o oxigênio a partir disso, não com o nome de oxigênio, realmente. Eu vou dizer que Lavoisier aprimorou os estudos e fez tudo certo. Mas (...)
Mariana	Nós não falamos que estava errado, ele deu início a uma nova investigação.

Fonte: Autora (2025).

Nesse momento, Isabela precisou encerrar o debate pois havia ultrapassado o tempo de fala de ambos os grupos. Ressaltamos que esse momento da sequência de ensino (o debate) foi fundamental para responder a uma das questões de pesquisa do presente trabalho: *“Como professores, em formação inicial, elaboram argumentos em uma situação de controvérsia histórica, a partir de uma estratégia de ensino explícito baseada em ações docentes favoráveis ao ensino envolvendo argumentação?”*. Isso porque, nesse momento os licenciandos tiveram que argumentar entre si e até irem contra as suas convicções iniciais, visando defender um dos três cientistas sobre os méritos envolvidos na ‘descoberta’ do gás oxigênio. E, ao decorrer do processo, conforme podemos observar no Quadro 1, é possível ver a evolução argumentativa dos licenciandos, observando diversos pontos que serão destacados a seguir.

⁶ O nome do professor foi alterado visando manter o anonimato dos participantes.

O primeiro argumento a favor de Lavoisier, apresentado por Mariana e Sofia, trouxe alguns dados e evidências, conforme podemos observar a seguir:

“Nós defendemos Lavoisier porque diferente dos outros cientistas, ele trouxe uma linha de raciocínio diferente. Enquanto os outros utilizavam a teoria do flogisto que foi descoberta antes, ele pensou fora. Ele pensou “como que pode o produto ser maior que o reagente?”. Então, pensando sobre isso, ele levou a teoria dele por essa linha, trazendo uma nova teoria que refutava a do flogisto (teoria aceita na época). Mas, é claro, nós não deixamos de falar que reconhecemos que os demais também deveriam ter os créditos, porque querendo ou não os experimentos deles deram uma ajuda para alavancar os experimentos de Lavoisier.” (Mariana – grupo Lavoisier, debate)

Ressaltamos a evolução na elaboração do argumento por parte de Mariana, que ao creditar a descoberta a Lavoisier, no segundo questionário, antes das aulas sobre argumentação explícita, apresentou um argumento pouco elaborado e sem muitos dados que incorporassem sua alegação, conforme podemos observar:

“Lavoisier, pois na época ele quebrou os paradigmas relacionados a teoria do flogisto, mesmo que usando o experimento dos outros cientistas, propondo uma nova justificativa para o que estava sendo observado, rompendo assim uma teoria que era aceita e explicando de forma mais coerente sobre o gás oxigênio.” (Mariana, questionário 2)

Essa evolução na argumentação de Mariana demonstra como o ensino explícito de argumentação corroborou com a apresentação de argumentos mais elaborados, por exemplo ao apresentar um dado empregado por Lavoisier, relacionado ao aumento da massa do sistema. E, segundo a literatura, a qualidade de um argumento pode ser avaliada conforme as evidências são utilizadas e relacionadas em diferentes justificativas para dar suporte a um ponto de vista (Martins; Justi, 2017).

Ainda, no segundo turno de fala, podemos observar novas habilidades argumentativas sendo mobilizadas pelos participantes, como a criação de teorias alternativas, e podemos ver essa habilidade na fala de ambos os grupos:

“Então Caio, eu concordo que os experimentos do Scheele foram muito importantes, porque ele foi o primeiro a isolar [o oxigênio]. Mas não adianta eu ter um dado muito importante, uma evidência muito importante, se eu não souber interpretá-la corretamente, se eu não souber aplicá-la corretamente. Não adianta ter um monte de equipamentos ou, enfim, uma metáfora... Eu tenho um monte de ouro, eu não sei no que utilizar, no que gastar, eu tenho material, mas não sei construir. Você compreende? Não adianta eu ter isolado o oxigênio, mas ter mantido a teoria do flogisto. (...)” (Sofia – grupo Lavoisier, debate)

“(...) se eles não tivessem feito esse experimento, será que Lavoisier teria esse interesse em fazer experimentos com oxigênio? Talvez não, talvez ele só tenha sido um interesseiro. Viu que outro cientista tinha trabalhado naquilo e aproveitou da pesquisa desses cientistas para criar vantagem e levar o nome de descobridor, mas ele não foi o descobridor. (...)” (Renata – grupo Scheele e Priestley, debate)

Conforme podemos observar, Sofia e Renata utilizaram de metáforas e hipóteses para criarem teorias alternativas em cima das alegações que cada uma estava defendendo. Sofia utilizou de uma metáfora para defender o seu posicionamento a favor de Lavoisier e ir contra o outro cientista, Scheele. Renata elaborou hipóteses sobre o interesse de Lavoisier na reprodução dos experimentos de Scheele e Priestley, assim questionando a ética do químico francês.

Segundo Gaspareto e Ibraim (2021), a elaboração de argumentos alternativos “pode simular a opinião de uma pessoa que acredita ser outro o motivo que leva àquela conclusão” (p. 332). Ainda, a elaboração de teorias alternativas demonstra que os professores em formação elaboraram diferentes linhas de raciocínio para sustentar seus argumentos, o que corrobora com a articulação de dados e evidências para fundamentar suas conclusões (Gaspareto; Ibraim, 2021), apresentando assim argumentos mais robustos. Ibraim (2018) defende que o conhecimento sobre teorias alternativas é essencial para o ensino de Ciências, pois evidencia a natureza interpretativa dos dados e a diversidade de explicações possíveis para um mesmo fenômeno. Ao reconhecer que os dados não são autoexplicativos, o professor pode estimular os estudantes a elaborarem suas próprias interpretações, promovendo discussões mais ricas e fortalecendo o raciocínio científico. Além disso, pode favorecer o desenvolvimento argumentativo, permitindo que os alunos comparem, critiquem e defendam diferentes explicações.

Além dessa habilidade, notamos, ainda nesse turno, a fala de Caio (grupo Scheele e Priestley) sobre a situação financeira dos cientistas envolvidos:

“(…) O Scheele descobriu o oxigênio e, por questões financeiras, provavelmente, não teve condições de aprofundar os seus estudos, diferentemente de Lavoisier, que tinha à sua disposição uma família rica que o bancava financeiramente. (...)” (Debate)

Essa fala do PFI é muito importante, pois aborda aspectos econômicos relativos à natureza da Ciência⁷ (Santos; Maia; Justi, 2020), que impactaram diretamente no desencadeamento dos fatos ocorridos na época, visto que Carl Scheele, embora não tenha vivido em extrema pobreza, enfrentou dificuldades financeiras e viveu uma vida com recursos limitados (Welikson, [s. d.]). Assim,

⁷ Ver mais em: SANTOS, Monique; MAIA, Poliana; JUSTI, Rosária. Um modelo de ciências para fundamentar a introdução de aspectos de natureza da ciência em contextos de ensino e para analisar tais contextos. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, p. 581-616, 2020.

consideramos que o argumento apresentado por Caio foi bem fundamentado, pois ele soube explorar evidências históricas para basear sua argumentação, integrando a evidência à sua afirmativa.

No terceiro turno, tivemos algumas falas que demonstram a importância da argumentação no processo de construção da Ciência, em especial, sobre a importância da comunicação, como nessa fala de Sofia:

“A Ciência não é constituída de poucas pessoas, não podemos começar uma pesquisa e ficar somente em um cientista, tem que ter todo um grupo para participar. Se outros cientistas puderem contribuir com aquela pesquisa, melhor é, porque mais rápido chegamos nos resultados. (...) Todo cientista, quando tem um foco no mercado, em descobrir alguma coisa ou inovação, todos viram seus olhares para aquela área. Se, no momento, tinham alguns cientistas interessados em pesquisar sobre um novo composto, o oxigênio, que conhecemos agora, obviamente um cientista renomado da época também ia observar aquilo. (...) A pesquisa tem que ser divulgada, tem que ser amplamente espalhada a todos para que com mais contribuições, mais rápido cheguemos em conclusões. (...) Esse adiantamento no resultado da pesquisa, possibilitou a descoberta e catalogação de outros compostos, como os óxidos. E, se não fosse por isso, talvez muitas lacunas ficariam abertas, gerando mais e mais problemas dentro da Ciência. (...)” (Debate)

O argumento apresentado por Sofia demonstra como a comunicação é fundamental para o desenvolvimento e aceitação de novas ideias na Ciência. No contexto debatido, as publicações, apresentações e debates permitiram a disseminação do conhecimento, o fortalecimento da nova teoria e a construção de redes conceituais interligadas. A teoria do Oxigênio proposta por Lavoisier consolidou o consenso na comunidade científica, evidenciando que o progresso científico depende da eficácia na comunicação das ideias (Thagard, 2007). A percepção da PFI sobre isso é muito válida pois pode contribuir para reforçar como a argumentação é importante em diferentes aspectos, tanto na Ciência, quanto no ensino de Ciências.

Destacamos ainda o seguinte trecho na fala de Sofia: “(...) esse adiantamento no resultado da pesquisa, possibilitou a descoberta e catalogação de outros compostos, como os óxidos”. O trecho aborda uma nova afirmação feita pela PFI que evidencia o posicionamento defendido por ela – a importância da contribuição de Lavoisier para a Ciência – ao relacionar o avanço na compreensão do oxigênio com desdobramentos científicos posteriores. Essa construção argumentativa revela não apenas o domínio de conteúdos históricos, mas o esforço em justificar o ponto de vista com base em consequências científicas relevantes, demonstrando maior complexidade na elaboração do raciocínio e coerência entre as ideias defendidas.

Ainda nesse turno, novamente, Caio utilizou de uma evidência histórica para sustentar o argumento apresentado e defendido por seu grupo, conforme podemos observar:

“(…) Caríssimas colegas, eu gostaria de lembrá-las, de que flogisto era a teoria pertinente na época. Então, naquela época, era o flogisto que reinava na cabeça dos cientistas. Não faz sentido você dizer que eles estavam com uma teoria errada, porque naquela época (o que) existia (era) o flogisto. É como você dizer que motorista de táxi é o mesmo que motorista de aplicativo, não faz sentido comparar isso, houve uma evolução das teorias. Então, na época, flogisto era uma teoria válida, universal e aceita por todos os cientistas. Por toda a comunidade acadêmica. (...)” (Debate)

No trecho mencionado por Caio “(…) porque naquela época (o que) existia (era) o flogisto”, observamos uma contextualização histórica relevante, ao recorrer à teoria vigente na época da descoberta do oxigênio. Essa referência evidencia o entendimento de que os conceitos científicos são construídos em contextos específicos, muitas vezes marcados por limitações. Esse reconhecimento representa um avanço na percepção da Ciência como atividade histórica e humana (Santos; Maia; Justi, 2020), podendo contribuir para a superação de visões lineares sobre a construção do conhecimento científico. A abordagem dessa controvérsia histórica mostrou-se eficaz para fomentar essa perspectiva, ao promover a análise crítica dos limites e possibilidades das teorias a sua época.

De modo geral, o PFI chamou a atenção dos colegas para o fato de que na época em que estavam debatendo, a teoria do flogisto era tida como correta por toda a comunidade científica e, portanto, não podemos avaliar com os conhecimentos que temos atualmente e julgar uma teoria que, apesar de não utilizada hoje, era correta para a época. Em seguida, visando refutar o grupo Scheele e Priestley, Sofia apresentou uma teoria alternativa durante a sua argumentação:

“Todos na mesa aqui podemos ter os mesmos dados, baseados nos mesmos experimentos, talvez tirarmos as mesmas evidências, mas o que vai ser levado em consideração para chegarmos em uma conclusão e publicar algo, escrever algo, compartilhar algo são as interpretações que fazemos do material que está disponível para nós.” (Debate)

Nesse trecho, a licencianda propôs uma teoria alternativa, considerando que todos os participantes poderiam estar diante de dados coletados em um experimento e diante das respectivas evidências, porém as interpretações feitas por cada um poderiam variar, ocasionando em diferentes conclusões, o que impactaria nas publicações decorrentes desse material. Entendemos que a PFI utilizou de uma

teoria alternativa para tentar contra-argumentar o grupo de oposição, visto que ela defendia as diferentes interpretações que Lavoisier teve sobre os mesmos experimentos realizados por Scheele e Priestley.

Na sequência, Mariana (grupo Lavoisier) apresentou a seguinte fala em complementação aos argumentos apresentados por Sofia:

“Se ele tivesse seguido a mesma linha de raciocínio dos demais, tudo bem falar que foram os outros que explicaram... “Ah, Scheele foi primeiro ou Priestley foi o primeiro porque publicou”, mas não foi. Ele trouxe uma inovação para a época e por mais que Scheele descobriu primeiro e os experimentos foram essenciais, mas o raciocínio foi todo dele (Lavoisier). Ele partiu seu raciocínio do zero. (...) Ele voltou toda a pesquisa dele para descobrir o porquê de a massa ser maior.” (Debate)

Diante dessa fala, Renata (grupo Scheele e Priestley) imediatamente tentou refutar o argumento da colega:

“Lavoisier não serviu uma ideia na mesa para ser discutida. Quem levou a ideia foi Scheele. De acordo com a Mariana, ele (Lavoisier) surgiu com a ideia do nada. Isso é mentira! Ele refez os experimentos que o Priestley já tinha feito e teve uma interpretação diferente, não partiu do nada. Está equivocada. Vamos considerar isso. E, nada impede que outro cientista traga uma interpretação em cima da ideia de Lavoisier. Nada impede! A pesquisa científica não acaba, novos cientistas surgem, novas ideias vêm. O importante é considerar a primeira pessoa que iniciou a pesquisa e é isso que vocês estão esquecendo de valorizar.” (Debate)

De maneira bem direta, a PFI apontou que o argumento da colega era falso e apresentou os motivos pelos quais o argumento seria falso, apresentando dados acerca dos fatos da época. E, ainda complementou com uma nova hipótese, como a possibilidade de surgimento de novas pesquisas refutando o que até então consideramos como correto e que foi definido por Lavoisier. Dentre os argumentos apresentados no debate, essa foi a primeira ocorrência direta de uma refutação, que é uma habilidade considerada de alto nível por Jordanou e Constantinou (2014), e mais complexa de ser apresentada, em especial, em uma única atividade argumentativa.

Por fim, temos a elaboração de uma teoria alternativa, novamente por Sofia:

“Por exemplo, o colega do professor João, descobriu um mineral, esse mineral estava dentro de uma rocha. Se ele parte essa rocha de uma maneira diferente e outra pessoa olha para aquele mineral e cataloga. Quem descobriu? Foi o colega do professor João ou a outra pessoa?” (Debate)

No argumento acima, Sofia elaborou uma teoria alternativa a partir de uma situação análoga que poderia ocorrer com um amigo de um professor deles. A PFI descreveu uma situação bem próxima do que ocorreu entre Scheele e Lavoisier,

mas atualmente e com alguém próximo a eles, tentando de alguma forma levar para o lado emocional dos colegas, e os questionou sobre a situação, tentando assim persuadir os demais.

Diante dessa análise dos dados do debate, podemos notar que juntos, investigação e debate, podem contribuir para melhorar as habilidades de argumentação científica (Hendratmoko *et al.*, 2024). Destacam-se ainda alguns elementos que apareceram nos argumentos dos PFI como integração entre dados e evidências à afirmativa apresentada, elaboração de teorias alternativas e refutação. A integração desses elementos aos argumentos demonstrou a evolução dos argumentos apresentados pelos licenciandos quando comparados com os argumentos do segundo questionário, o que podemos entender que, em grande parte, está relacionado a dinâmica da atividade proposta, como as aulas explícitas sobre argumentação, o contexto histórico, uma vez que os dados são claros e as interpretações mais diretas, além do contexto de debate, que também favorece.

Após o debate, Isabela solicitou que cada grupo avaliasse os argumentos e a argumentação desenvolvida pelo grupo oposto, considerando os elementos que o grupo poderia ter utilizado para melhorar e dar mais força aos argumentos apresentados. Essa ação da professora foi previamente pensada segundo o modelo AFEEA, visando abordar ações de Função e Processo como ‘engajar o aluno em um processo reflexivo sobre a construção de um argumento, uma teoria alternativa, um contra-argumento, ou uma refutação, considerando a persuasão de uma audiência’, ‘encorajar o aluno a avaliar um argumento, ou uma afirmativa, próprio(a) ou apresentado(a) pelo colega’ e ‘avaliar o processo argumentativo, um argumento ou uma afirmativa’.

Diante disso, Camila comentou sobre a carta que Scheele enviou a Lavoisier sobre a sua pesquisa desenvolvida com o ‘ar de fogo’ e comentou sobre a data associada ao recebimento da carta ser posterior às publicações de Lavoisier. Caio, que anteriormente escolheu Lavoisier, manteve seu posicionamento, mesmo argumentando de forma contrária no debate e apresentou um argumento que poderia ter sido utilizado:

“Eu estou com Lavoisier (...). O outro grupo não teve a percepção de que a descoberta do Scheele não considerou em nenhum momento a importância da publicação rápida do Lavoisier e, o mais importante, **a análise quantitativa e rigorosa que Lavoisier fez,**

algo que os outros cientistas não tinham feito. O Scheele, apesar de ter sido o primeiro a observar o oxigênio, sua publicação foi muito tardia, muito demorada e ele não interpretou corretamente os resultados. Então, a nova teoria que Lavoisier propôs, rompeu com a teoria antiga do flogisto e estabeleceu, até hoje, a compreensão ampla e aceita da química moderna. Lavoisier deve ser o único a receber os créditos pela descoberta do oxigênio.” (grifo nosso)

Os novos dados abordados por Camila e Caio — como a data de recebimento da carta e a análise quantitativa rigorosa feita por Lavoisier — demonstram que ambos reconheceram outras evidências que poderiam fortalecer os argumentos apresentados. Esse comportamento refletiu o avanço nas habilidades argumentativas dos PFI, evidenciado pela mobilização consciente de dados e pela capacidade de relacionar essas informações à construção do conhecimento científico. Essa elaboração é característica de argumentações mais robustas, em que há clara articulação entre dados, justificativas e evidências (Ibraim; Justi, 2017; Martins; Justi, 2017; Osborne; Erduran; Simon, 2004).

Renata também apresentou um argumento que ela usaria a favor de Lavoisier e comentou que achou que o outro grupo focou em defender o cientista ao invés de descredibilizar os outros e, que ela acredita que essa seria uma melhor estratégia. Essa percepção evidencia que Renata reconheceu a importância da refutação como parte do processo argumentativo, o que está relacionado a um nível mais elaborado de habilidades argumentativas. Kuhn (2005b) ressalta que a capacidade de avaliar criticamente posições divergentes e construir argumentos contrários é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio argumentativo e para a plena participação no discurso científico.

Sofia também comentou sobre alguns aspectos éticos, que poderiam ser usados contra Lavoisier. Mariana disse ter ficado surpresa com a forma como o outro grupo usou de uma fala dela para argumentar e enfraquecer a sua fala, assim gerando uma dificuldade para refutá-los, pois acabaria refutando a si mesma, o que corrobora com a literatura, uma vez que a refutação é apontada como uma habilidade de alto nível, sendo mais complexa de se atingir (Iordanou; Constantinou, 2014).

Diante dessas falas, Isabela abordou e refletiu com os PFI sobre o papel da refutação e outros aspectos, como o processo de construção da Ciência, da comunicação durante essa construção, o papel da argumentação durante o

processo de uma descoberta científica. Essas ações da professora estão associadas a diferentes dimensões das AFEEA, pois ao discutir com os PFI sobre a importância da refutação, ela atuou sobre as ações de Estrutura referente a um argumento. Ao abordar sobre o processo de construção da Ciência e o papel da comunicação científica, abordou ações referentes a Processo, isto é, ao processo argumentativo no contexto científico da época. Ao orientar os PFI sobre como melhorar seus argumentos, abordou o processo argumentativo, incentivando a reflexão sobre a própria prática. Além disso, abordou estratégias de Suporte, como questionamentos e mediação ativa, que criaram um ambiente favorável ao engajamento dos estudantes. Isabela também destacou a importância das analogias abordadas pelos licenciandos, por exemplo, a analogia sobre a descoberta e catalogação de novos minerais feita por Sofia e a importância de abordar teorias alternativas em um processo argumentativo.

Na sequência, a professora solicitou que os PFI destacassem os méritos de cada um dos três cientistas no processo de ‘descoberta’ do gás oxigênio, considerando que todos são merecedores dos créditos pela descoberta. Os PFI chegaram a um consenso sobre cada um ter o seu mérito, sendo que: Scheele foi o primeiro a ter contato e isolado o gás, Priestley fez a descoberta e publicação rápida mesmo que baseado em uma teoria equivocada (flogisto); e Lavoisier foi o responsável por romper com a teoria da época e ter mudado os paradigmas da Ciência.

Para finalizar, Isabela questionou se os licenciandos usariam essa temática como pano de fundo em uma atividade argumentativa com os seus futuros alunos em sala de aula. Apenas Renata disse que não gostaria de aplicar, devido à falta de consenso para responder à pergunta “Quem descobriu o oxigênio?”. Diante disso, a professora destacou os aspectos que podem ser abordados a partir dessa temática e como esses poderiam ser mais relevantes do que simplesmente responder à pergunta de forma consensual. Isso levou os PFI a refletirem sobre a importância de pensar em “*Qual aprendizado meus alunos terão?*”.

Destacamos que entendemos o posicionamento de Renata, visto que o início da carreira docente é um período crítico de adaptação, em que o professor, ainda possui repertório limitado, além de enfrentar alguns desafios como a criação de

espaços para debates e a condução de discussões sem refutar diretamente os alunos (André; Santos; Ibraim, 2023). A reflexão sobre a prática é essencial para o desenvolvimento do repertório docente e o contato de professores, desde a sua formação inicial, com atividades e programas que promovam a imersão no contexto escolar é essencial para ajudá-los a construir uma cultura favorável ao desenvolvimento da argumentação (André; Santos; Ibraim, 2023).

Em seguida, a professora Isabela também destacou outros pontos importantes, como a compreensão de todo o processo científico, a importância da experimentação e da interpretação dos dados e evidências. E, ainda, chamou atenção para outras situações em que a argumentação é importante e se faz presente no cotidiano do estudante, por exemplo ao desenvolver a criticidade e aplicá-la sobre as informações consumidas nas mídias sociais, no dia a dia, analisando quem está falando, o porquê, qual a justificativa, isto é, levar a argumentação para situações corriqueiras.

Por fim, para finalizar a sequência de ensino, os PFI foram convidados a responder ao último questionário (Apêndice E). Este questionário foi dividido em três sessões, sendo elas: “Argumentação no Ensino de Ciências”, “Sobre as práticas argumentativas” e “Sobre o Caso Histórico: “Revolução no Ar: a Controvérsia Histórica da Descoberta do Oxigênio””. É válido ressaltar que, por motivos pessoais, Ana não pôde participar do debate e não respondeu ao questionário 3. Novamente, o objetivo de aplicação deste último questionário era analisar mudanças na visão dos licenciandos sobre o papel do professor na promoção de ambientes argumentativos, iniciada pelo segundo questionário, pensando na questão de pesquisa desse trabalho: “*Quais as reflexões apresentadas por professores, em formação inicial, sobre o papel docente na inserção e condução de práticas argumentativas no ensino?*”.

Na primeira sessão, os licenciandos foram questionados se a concepção inicial sobre argumentação no ensino de Ciências havia mudado e eles alegaram que não, uma vez que eles reconheciam a relevância dessa abordagem. Diante das respostas, eles foram questionados sobre o que os fizeram manter a concepção e algumas das respostas obtidas foram:

“Minha opinião sobre os benefícios da abordagem de argumentação no ensino de Química não mudou, porque traz muitos benefícios para a educação de jovens, uma vez que desenvolve o pensamento crítico, permite um entendimento aprofundado de um tema, fomenta a curiosidade científica, desenvolve habilidades sociais, engaja ativamente o estudante em questões relativas a ciências.” (Caio, questionário 3)

“Minha concepção não mudou, apenas se confirmou ainda mais sobre a importância da argumentação no ensino de ciências, principalmente para que os alunos entendam a natureza da ciência, como ela se desenvolve em pares, por meio da argumentação e experimentação. O que mais incentivou essa percepção foi o debate que houve entre os colegas para defender quem foi o cientista que descobriu o oxigênio, era uma atividade que a princípio eu não faria em sala de aula, devido ao fato de talvez não chegar em uma resposta concreta, mas ao refletir sobre como essa atividade pode contribuir para a percepção dos alunos em relação ao desenvolvimento científico, eu poderia incluí-la com toda certeza no meu planejamento didático.” (Renata, questionário 3)

De modo geral, todos disseram que as atividades da sequência de ensino contribuíram para aprimorar os conhecimentos em argumentação e reforçar a importância dessa abordagem de ensino, como:

“Aprender mais sobre o conteúdo em si me ajudou a compreender melhor sobre a importância de se argumentar bem e ensinar aos estudantes a argumentarem, bem como a elaboração de argumentos e colocá-los em prática em sala de aula em conjunto dos demais.” (Mariana, questionário 3)

Na segunda sessão, eles foram questionados sobre se sentiram preparados para aplicar uma atividade argumentativa em sala de aula e todos disseram que sim ou talvez, exceto Mariana, que alegou não estar preparada. Quando questionada sobre o porquê, ela disse:

“Essa prática é excelente para o desenvolvimento crítico do estudante, mas hoje não me sinto preparada ou com um bom repertório para promover esse tipo de atividade. Ainda tenho receio de sair do controle e não saber o que fazer com as informações que os estudantes apresentam (...), mas gostaria de ter esse tipo de interação com os alunos.” (Questionário 3)

A resposta de Mariana, ao relatar sua surpresa com a refutação apresentada pelo grupo de oposição e a dificuldade em refutar os colegas sem se contradizer, revela aspectos importantes sobre as limitações enfrentadas por professores em formação inicial. A falta de repertório sobre o tema e de experiências prévias com atividades argumentativas reflete um conjunto de dificuldades que vão além do domínio conceitual. Conforme discutido por André, Santos e Ibraim (2023), a implementação da argumentação no ensino de Ciências é uma prática complexa, que exige mais do que conhecimento teórico do professor. A falta de vivência prática, as inseguranças pedagógicas, o despreparo dos estudantes e as características do contexto de ensino se inter-relacionam e impõem barreiras significativas à condução de práticas argumentativas. Nesse sentido, a experiência

de Mariana ilustra como esses fatores se manifestam de forma concreta na formação docente, reforçando a importância de espaços formativos que favoreçam a vivência e a reflexão sobre a argumentação como prática científica e curricular.

Quanto aos que disseram estar preparados, ao serem questionados sobre o que contribuiu para esse preparo, algumas das respostas apresentadas foram:

“As aulas teóricas nos dão um preparo e uma certa segurança para preparar as aulas trabalhando a argumentação no ensino de ciências, porém vejo que a experiência em sala de aula é primordial, e quando estivermos atuando como professores iniciantes, acredito que iremos encontrar alguns desafios, até adaptarmos à realidade da sala de aula.” (Camila, questionário 3)

“O debate em sala de aula foi o que mais me encorajou para aplicar uma atividade que envolva a argumentação, pois pude perceber o quanto ela pode ser benéfica para o desenvolvimento dos alunos.” (Renata, questionário 3)

Como podemos observar, a maioria dos licenciandos se sentem preparados, mas ainda apresentam alguns receios e compreendem os desafios a serem enfrentados ao iniciarem à docência. Essa percepção dos PFI pode ser observada na literatura. Entretanto, ressaltamos, que apesar de se sentirem preparados, não podemos afirmar que eles irão abordar práticas argumentativas futuramente em sua prática docente, pois tal abordagem depende de uma série de fatores, o que inclui, além da formação, o contexto escolar, os objetivos de ensino e currículo entre outros fatores (Ibraim; Justi, 2021).

Ibraim e Corrêa (2023) discutem os anseios de professores em formação, que iniciam desde a articulação entre teoria e prática, passando pelo planejamento e desenvolvimento das aulas, até aspectos relacionados à gestão da sala de aula e à construção de vínculos com os estudantes. Tais inquietações revelam uma preocupação em se estabelecerem como futuros docentes, ao mesmo tempo em que expressam as inseguranças comuns desse período inicial da carreira. Assim, o sentimento de preparo coexiste com a insegurança pedagógica e pode ser compreendido como parte natural do processo formativo, especialmente quando os licenciandos são inseridos em contextos reais de ensino que os desafiam a refletir criticamente sobre sua prática.

Em seguida, eles tiveram que responder à seguinte pergunta: “Como você, enquanto professor de química, promoveria, na prática, ações argumentativas em sala de aula?” e dentre as respostas tivemos:

“Enquanto professor iria trabalhar nas funções de facilitar, mediar, orientar, moderar o tempo e encorajar os estudantes a participarem.” (Caio, questionário 3)

Outras ações como a promoção de debates, aulas experimentais para o levantamento de evidências, análise de dados e questões-problema que envolvam situações cotidianas dos estudantes foram mencionadas pelos licenciandos, o que vai ao encontro às funções previstas pelas AFEEA. Na sequência, eles foram questionados: “Quais tipos de pergunta/interação/ações você promoveria junto aos estudantes e com qual finalidade?” e algumas das respostas foram:

“As perguntas poderiam girar, inicialmente, em torno do que é observável (o fenômeno em si, dados e evidências), depois a análise dessa observação (o que pode ser "útil/relevante"), seguiria com perguntas como: e como vocês acham que isso ocorre ou porque, se assemelha com algo que já vimos ou estudamos? (Caso fosse uma experiência aplicada após uma sequência de aulas, senão poderia seguir por outro caminho, a fim de introduzir um conteúdo, sempre deixando os alunos construírem a ideia e algumas vezes "conduzindo/orientando" elas).” (Sofia, questionário 3)

“Utilizaria perguntas abertas, como "Por que a reação química ocorre mais rápido em temperaturas altas?", para estimular o pensamento crítico. Incentivaria discussões em grupo sobre temas como o impacto ambiental de pilhas, visando troca de ideias fundamentadas. Trabalharia com estudos de caso, como estratégias para reduzir CO₂ em indústrias, para conectar teoria e prática. Além disso, usaria interações direcionadas, pedindo justificativas e análises críticas, ajudando os alunos a desenvolverem argumentos sólidos e fundamentados.” (Camila, questionário 3)

“Perguntas investigativas (ex: "Se os metais conduzem eletricidade, por que o mercúrio, embora líquido, mantém essa propriedade?"); perguntas desafiadoras (ex: "Se todos os átomos possuem prótons e elétrons, por que alguns formam cátions e outros ânions?"); perguntas éticas e sociocientíficas (ex: "Os carros elétricos são como uma solução ecológica. Com base na química das baterias, podemos afirmar que são sustentáveis a longo prazo?"); perguntas reflexivas (ex: "Quais argumentos foram mais convincentes nos debates? Por quê?"); resolução de problemas complexos (ex: "O ferro enferruja quando exposto ao ar úmido, mas não em água destilada pura. Que argumentos científicos explicam esse fenômeno?"); uso de experimentos como gatilho (ex: Após demonstração da reação do sódio com a água, pedir aos alunos que expliquem o fenômeno químico observado e argumentem sobre os riscos e precauções envolvidos).” (Caio, questionário 3)

Ainda na segunda sessão, eles foram questionados sobre quais dificuldades esperam encontrar ao adotarem essa abordagem de ensino e questões como o tempo das aulas, baixo engajamento dos estudantes, saber mediar para não fugir do foco, possíveis conflitos entre os estudantes, foram levantadas. Outra questão levantada foi apresentada na resposta:

“Acho que a maior dificuldade é mostrar que nem sempre uma situação vai possuir apenas uma solução, apenas uma verdade, visto que a ciência é construída muitas vezes a partir da desconstrução, da variedade de pensamentos, dos múltiplos caminhos que se pode seguir na pesquisa.” (Renata, questionário 3)

O argumento de Renata vai ao encontro do mencionado por ela no fim do debate, sobre não terem chegado a um consenso sobre quem descobriu o oxigênio,

pois naquele momento, a PFI disse não querer abordar a controvérsia do gás oxigênio em sala, futuramente, devido à falta de consenso em achar um cientista responsável pela 'descoberta'. Entretanto, ao trazer essa resposta no questionário 3, Renata demonstrou que compreendeu a não linearidade da Ciência e a importância. Além das dificuldades, os PFI também foram questionados sobre a relevância dessa abordagem de ensino e as respostas foram bem próximas, sendo algumas delas:

“O aluno que tiver a oportunidade de aprender através de argumentos que ele mesmo construiu terá maiores chances de não aceitar notícias ou "dicas da internet" sem avaliá-las corretamente. Acredito que a prática argumentativa também auxilia em um desenvolvimento maior do processo cognitivo na construção do pensamento, pois ao invés de só aceitar e decorar uma situação, o aluno poderá construí-la por si próprio, e poderá utilizar esse "recurso"/capacidade/habilidade, que foi desenvolvida em sala, em outras situações de sua vida. E por último, não menos importante, para que o aluno possa argumentar ele tem que pesquisar, fazer experimentos, testar por conta própria e isso pode gerar nele uma determinada independência ou autonomia, que é muito positiva principalmente no âmbito acadêmico, no qual ele não somente aceitará as informações que já lhe foram entregues, mas como também poderá buscar novos dados.” (Sofia, questionário 3)

“A abordagem de práticas argumentativas é altamente relevante para o ensino, pois contribui para o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o pensamento crítico, a capacidade de analisar informações e a construção de argumentos fundamentados. No contexto do ensino de Ciências, ela ajuda os alunos a compreenderem conceitos de forma mais profunda, relacionando a teoria com situações práticas e cotidianas. A prática de argumentação promove o diálogo, o respeito a diferentes opiniões e o engajamento ativo dos estudantes no processo de aprendizagem, tornando-os participantes mais autônomos e reflexivos. Preparar os alunos para argumentar é fundamental para que eles possam tomar decisões informadas em questões sociais, ambientais e éticas que envolvem a Ciência.” (Camila, questionário 3)

Na última sessão, os PFI foram convidados a avaliar os argumentos apresentados por eles no segundo questionário sobre o mérito dos cientistas envolvidos nos estudos da 'descoberta' do oxigênio e todos destacaram pontos positivos e negativos na elaboração do seu argumento. Em seguida, eles foram questionados se a argumentação apresentada foi robusta e três disseram que não, pois não consideraram dados e evidências na elaboração do argumento ou não consideraram a importância da progressividade da Ciência ou a importância da publicação.

Para finalizar, os PFI foram questionados se a posição inicial havia mudado e todos que defenderam Lavoisier (Caio, Mariana, Renata e Sofia) disseram que não, que apenas reforçaram ainda mais a ideia inicial. Apenas Camila, que inicialmente havia escolhido Scheele, disse ter mudado de opinião, conforme sua resposta:

“Sim, por compreender a importância da divulgação científica, vejo que mesmo Scheele ter isolado o oxigênio pela primeira vez, o fato que Lavoisier interpretou corretamente as

propriedades do gás, ter quebrado o paradigma da teoria do flogisto e ter publicado seus estudos e experiências, contribuiu mais para o descobrimento do O₂. Não desmerecendo os trabalhos de Scheele e Priestley, que também contribuíram com seus experimentos e estudos, mesmo chegando em conclusões equivocadas.” (Questionário 3)

De modo geral, os resultados revelam que os PFI mobilizaram diferentes habilidades argumentativas ao longo da sequência de ensino, partindo de justificativas superficiais para argumentos mais estruturados e fundamentados. A análise das atividades desenvolvidas evidenciou avanços na elaboração de argumentos e consciência sobre o papel da argumentação na construção do conhecimento científico. Além disso, os licenciandos demonstraram reflexões significativas sobre sua futura prática docente, reconhecendo tanto os desafios quanto as potencialidades de trabalhar com argumentação em sala de aula. Essas evidências dialogam diretamente com as questões de pesquisa propostas, ao mostrarem como os PFI elaboram argumentos em contextos de controvérsia histórica e quais sentidos atribuem à inserção e condução de práticas argumentativas no ensino. Assim, o presente trabalho possibilitou o desenvolvimento de competências argumentativas e a formação de uma postura docente mais crítica, reflexiva e alinhada às demandas atuais do ensino de Ciências.

6 SÍNTESE DOS RESULTADOS

O presente trabalho buscou responder às seguintes questões de pesquisa: (i) como professores em formação inicial (PFI) elaboram argumentos em uma situação de controvérsia histórica, a partir de uma estratégia de ensino explícito baseada em ações docentes favoráveis ao ensino envolvendo argumentação (AFEEA)?; e (ii) quais reflexões são manifestadas por esses professores sobre o papel docente na inserção e condução de práticas argumentativas no ensino de Ciências? A análise dos dados permitiu identificar evidências significativas de desenvolvimento das habilidades argumentativas dos licenciandos, bem como uma ampliação da compreensão sobre o papel do professor nesse processo.

Em relação à primeira questão, os dados demonstraram que, inicialmente, os argumentos elaborados pelos PFI, sobretudo no questionário 1, eram baseados em opiniões pessoais e justificativas superficiais. Após a intervenção, observou-se um avanço significativo na complexidade e na estruturação dos argumentos, com incorporação de dados históricos, evidências científicas e maior coerência lógica. O debate se destacou como momento-chave para a mobilização de habilidades como a formulação de teorias alternativas, o uso de analogias e, em alguns casos, a refutação. As intervenções docentes e o uso de materiais históricos e multimodais (como vídeos e textos) favoreceram a compreensão dos aspectos sociais, comunicacionais e epistemológicos da Ciência (Archila, 2015; Ramos; Mendonça; Mozzer, 2021). Além disso, os licenciandos demonstraram sensibilidade ao papel da comunicação científica e ao reconhecimento dos fatores históricos, contextuais e econômicos que influenciam a construção do conhecimento (Santos; Maia; Justi, 2020). Apesar dos avanços, identificou-se uma dificuldade persistente na elaboração de refutações, habilidade argumentativa de maior complexidade, o que está de acordo com a literatura (Iordanou; Constantinou, 2014; Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017; Kuhn, 2005b; Zohar; Nemet, 2002).

Quanto à segunda questão de pesquisa, as reflexões manifestadas pelos PFI evidenciaram mudanças significativas na compreensão do papel docente em práticas argumentativas. Embora os participantes já reconhecessem, desde o início, a importância da argumentação para o ensino de Ciências, sua compreensão sobre

a estrutura e a função da argumentação era ainda limitada, muitas vezes confundida com interações dialógicas (Sasseron, 2020). Com o avanço da intervenção, os licenciandos passaram a valorizar a abordagem de práticas argumentativas, a mediação ativa e o papel do professor como facilitador do diálogo e da justificação de ideias. As respostas aos questionários finais revelaram maior autoconfiança para inserir a argumentação em sua futura prática pedagógica, embora ainda existam receios naturais do processo formativo (Ibraim; Corrêa, 2023). Observou-se, ainda, uma crescente disposição para a autorreflexão, o reconhecimento de limites nos próprios argumentos e a abertura ao diálogo, aspectos essenciais para a construção de um ambiente de aprendizagem dialógico e crítico (Jiménez-Aleixandre; Rodríguez; Duschl, 2000).

As *ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação (AFEEA)* desempenharam papel central na organização da sequência de ensino. As atividades propostas contemplaram aspectos de Estrutura, Função, Processo e de Suporte da argumentação. A explicitação dos elementos que compõem um argumento, as discussões sobre a função da argumentação na Ciência e no ensino, e as mediações reflexivas contribuíram para que os PFI construíssem argumentos mais bem fundamentados. O uso de estratégias de suporte, como acolhimento de ideias divergentes e perguntas abertas, favoreceu o engajamento dos licenciandos, ampliando seu repertório pedagógico e fortalecendo sua autonomia.

A abordagem integrada das dimensões interna e social da argumentação também foi fundamental para entender a sua complexidade como prática cognitiva e comunicativa. A dimensão interna abordou a estruturação lógica dos argumentos realizada pelos PFI, enquanto a dimensão social evidenciou a argumentação como processo interativo e dialógico, mediado pela linguagem e pela negociação de sentidos entre os pares (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007). Essa perspectiva integrada permitiu enfatizar o papel da argumentação na construção coletiva do conhecimento e no desenvolvimento de posturas críticas e reflexivas (Kuhn, 2005b; Zohar; Nemet, 2002). Ao considerar ambas as dimensões, o ensino de Ciências se fortalece como espaço formativo que valoriza tanto os argumentos quanto o diálogo e a reformulação de ideias no confronto com diferentes pontos de vista (Ibraim; Justi, 2017; Jiménez-Aleixandre; Rodríguez; Duschl, 2000).

De modo geral, o ensino explícito aliado à prática reflexiva possibilitou que os licenciandos transitassem de uma argumentação baseada em opiniões para a produção de argumentos mais robustos, articulados e sustentados por evidências. A experiência revelou o potencial da abordagem de controvérsias históricas, associada às AFEEA, para o desenvolvimento de habilidades argumentativas e de uma postura docente crítica e comprometida com uma educação científica mais dialógica e significativa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Esse trabalho teve como objetivo compreender como professores em formação inicial elaboram argumentos em uma situação de controvérsia histórica, centrada na descoberta do gás oxigênio, a partir de uma estratégia de ensino baseada nas *Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação* (AFEEA). Ainda, buscou identificar as reflexões desses futuros docentes sobre o papel do professor na inserção e condução de práticas argumentativas no ensino de Ciências. Para isso, foi desenvolvida uma sequência de ensino que articulou textos históricos, vídeos e debate, apoiada em uma mediação docente intencional, incluindo o ensino explícito e integrado de argumentação.

Os resultados mostraram avanços significativos na construção de argumentos, com uso crescente de dados, evidências e analogias, além do desenvolvimento de uma postura crítica e reflexiva sobre o ensino. As reflexões dos licenciandos reforçaram a compreensão da argumentação como prática científica e pedagógica, além da valorização da mediação docente, da escuta ativa e da criação de ambientes que favoreçam o diálogo e o confronto respeitoso de ideias.

O uso da controvérsia histórica, aliado ao debate e às AFEEA, destacou-se como uma estratégia potente para o desenvolvimento da argumentação. A atividade proporcionou um distanciamento emocional em relação aos conteúdos, favorecendo o foco no processo argumentativo, na análise crítica e na elaboração de justificativas (Allchin, 2013). Assim, corroborando a literatura, esse estudo mostrou que a articulação entre história da Ciência e práticas argumentativas contribui para o desenvolvimento de habilidades argumentativas e para uma compreensão mais ampla da natureza dinâmica e contextual da Ciência.

Os achados reforçaram que a formação de professores precisa ir além do domínio teórico sobre argumentação, oferecendo experiências formativas explícitas, bem estruturadas e reflexivas. As inseguranças manifestadas pelos PFI sobre sua própria capacidade de conduzir práticas argumentativas revelaram que vivenciar esses processos é fundamental para auxiliar na preparação para promovê-los em sala de aula. Contudo, outros estudos devem ser desenvolvidos para analisar a inserção de abordagens argumentativas em sala de aula, pois diversos estudos

reconhecem que existem múltiplos fatores que interferem nessa decisão do docente (Ibraim; Justi, 2021). Além disso, o estudo destacou a importância de aprofundar pesquisas sobre estratégias de avaliação da argumentação e sobre sua relação com a abordagem de Natureza da Ciência, considerando que essa articulação surgiu de forma espontânea ao longo das atividades nos argumentos apresentados pelos PFI. Em síntese, esse trabalho reafirmou que inserir a argumentação científica de forma intencional e estruturada na formação docente é essencial para preparar educadores capazes de promover uma educação científica crítica, reflexiva e socialmente comprometida.

REFERÊNCIAS

- ALLCHIN, D. **Teaching the nature of science: perspectives & resources**. Saint Paul, Minn: SHiPS Education Press, 2013.
- ANDRÉ, R. R. S.; SANTOS, R.; IBRAIM, S. de S. Ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação e reflexões manifestadas por licenciandas no ciclo pedagógico. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 66–89, 2023.
- ARCHILA, P. A. La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, [s. l.], p. 361–375, 2012.
- ARCHILA, P. A. Using History and Philosophy of Science to Promote Students' Argumentation. **Science & Education**, [s. l.], v. 24, n. 9, p. 1201–1226, 2015.
- BRASIL (org.). **Base Nacional Comum Curricular**. [S. l.]: Ministério da Educação, 2018.
- BRITO, A. A. de S. e. Flogisto”, “Calórico” & “Éter. **Ciência & Tecnologia dos Materiais**, [s. l.], v. 20, n. 3/4, p. 51–63, 2008.
- CAMEL, T. D. O.; MOURA, C.; GUERRA, A. Revolução Química e Historiografia: uma releitura a partir da História Cultural da Ciência para o Ensino de Química. **Educación Química**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 136, 2019.
- CARNEIRO, A. Elementos da história da química do século XVIII. **Boletim da sociedade Portuguesa de Química**, [s. l.], v. 102, p. 25–31, 2006.
- CETIN, P. S. Explicit argumentation instruction to facilitate conceptual understanding and argumentation skills. **Research in Science & Technological Education**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 1–20, 2014.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. 6. ed. [S. l.]: Routledge, 2007.
- CROWELL, A.; KUHN, D. Developing Dialogic Argumentation Skills: A 3-year Intervention Study. **Journal of Cognition and Development**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 363–381, 2014.
- DAWSON, V.; CARSON, K. Using climate change scenarios to assess high school students' argumentation skills. **Research in Science & Technological Education**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 1–16, 2017.
- EVAGOROU, M.; PAPANASTASIOU, E.; VRIKKI, M. What do we really know about students' written arguments? Evaluating written argumentation skills. **European Journal of Science and Mathematics Education**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 615–634, 2023.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 19, p. 330–354, 2017a.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. PROPÓSITOS EPISTÊMICOS PARA A PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO EM AULAS INVESTIGATIVAS. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 42–60, 2017b.

GASPARETO, E. R.; IBRAIM, S. de S. Análises de habilidades argumentativas apresentadas por alunos em um júri simulado e de suas reflexões sobre os processos argumentativos vivenciados. **Revista Debates em Ensino de Química**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 328–343, 2021.

HANCOCK, J. T. A Brief History of Oxygen: 250 Years on. **Oxygen**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 31–39, 2022.

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

HENDRATMOKO, A. F. *et al.* Inquiry and Debate in Science Learning: Potential Strategy for Improving Students' Scientific Argumentation Skills. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 114–138, 2024.

HENDRY, R. F. Antoine Lavoisier (1743–1794). *In*: PHILOSOPHY OF CHEMISTRY. [S. l.]: Elsevier, 2012. p. 63–70.

IBRAIM, S. de S. **Análise das influências do ensino explícito de argumentação nos conhecimentos docentes sobre argumentação de professores de química em formação inicial**. 2015. - Universidade Federal de Minas Gerais, [s. l.], 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9VFGH5>. Acesso em: 26 ago. 2024.

IBRAIM, S. D. S. **Caracterização de ações docentes favoráveis ao ensino de Ciências envolvendo Argumentação**. 2018. - Universidade Federal de Minas Gerais, [s. l.], 2018.

IBRAIM, S. de S. **Caracterização de ações docentes favoráveis ao ensino de Ciências envolvendo argumentação**. 2018. - Universidade Federal de Minas Gerais, [s. l.], 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-B4PKLM>. Acesso em: 20 jun. 2023.

IBRAIM, S. D. S.; CORRÊA, R. G. Reflexões sobre a Prática Docente e o Programa Residência Pedagógica sob os Olhares dos Residentes. **Revista Debates em Ensino de Química**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 243–263, 2023.

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**, [s. l.], v. 23, n. 2, 2018. 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**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 388–414, 2022.

IBRAIM, S. S.; JUSTI, R. Contribuições de ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação para a inserção de estudantes na prática científica de argumentar. **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 43, n. 1, 2021. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43_1/04-AEQ-80-20.pdf. Acesso em: 28 fev. 2022.

IBRAIM, S. de S.; JUSTI, R. Discussing Paths Trodden by PCK: an Invitation to Reflection. **Research in Science Education**, [s. l.], v. 51, n. 2, p. 699–724, 2021.

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)**, [s. l.], v. 23, p. 995–1015, 2017.

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**, [s. l.], v. 38, n. 12, p. 1996–2025, 2016.

IORDANOU, K.; CONSTANTINOU, C. P. Developing pre-service teachers' evidence-based argumentation skills on socio-scientific issues. **Learning and Instruction**, [s. l.], v. 34, p. 42–57, 2014.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas**. [S. l.]: Graó, 2010. v. 12

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Designing Argumentation Learning Environments. *In*: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (org.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2007. (Science & Technology Education Library). p. 91–115. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_5. Acesso em: 20 jun. 2023.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BROCCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 17, p. 139–159, 2015.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. *In*: SCIENCE EDUCATION. [S. l.]: Brill, 2017. p. 69–80. Disponível em: <https://brill.com/display/book/edcoll/9789463007498/BP000006.xml>. Acesso em: 21 jun. 2023.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in Science Education: An Overview. *In*: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (org.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2007. (Science & Technology Education Library). p. 3–27. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_1. Acesso em: 20 jun. 2023.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; RODRÍGUEZ, A. B.; DUSCHL, R. A. “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. **Science Education**, [s. l.], v. 84, n. 6, p. 757–792, 2000.

JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. *In*: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. (org.). **Ensino de Química em foco**. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2019. p. 312.

JUSTI, R.; MENDONÇA, P. C. C. Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-service Teachers. **Science & Education**, [s. l.], v. 25, n. 7, p. 795–822, 2016.

KUHN, D. **Education for Thinking**. [S. l.]: Harvard University Press, 2005a.

KUHN, D. Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education**, [s. l.], v. 77, n. 3, p. 319–337, 1993.

KUHN, D. The Skills of Argument. *In*: EDUCATION FOR THINKING. [S. l.]: Harvard University Press, 2005b. p. 132–148.

KUHN, D. Why Argue?. *In*: EDUCATION FOR THINKING. [S. l.]: Harvard University Press, 2005c. p. 111–131.

KUHN, D.; UDELL, W. The Development of Argument Skills. **Child Development**, [s. l.], v. 74, n. 5, p. 1245–1260, 2003.

LAMIM, A. R. dos S.; QUEIROZ, S. L. Argumentação na educação em química: análise de artigos publicados em periódicos brasileiros. **New Trends in Qualitative Research**, [s. l.], v. 12, p. e595–e595, 2022.

LAVOISIER, A.-L. **Tratado Elementar de Química**. Tradução: Laís dos Santos Pinto Trindade. São Paulo: MADRAS, 2007.

LEITÃO, S. O trabalho com argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem: um desafio persistente. **Uni-pluriversidad**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 23–37, 2012.

LINO, N.; SASSERON, L. Argumentação em sala de aula e sua relação com os domínios do conhecimento científico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 41, p. 8–35, 2024.

MACQUER, P. J. **Dictionnaire de chimie, contenant la théorie et la pratique de cette science, son application a la physique, a l’histoire naturelle ...** [S. l.]: de l’Imprimerie de Monsieur, 1778.

MARTINS, R. de A. Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de ares e os seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 167–208, 2009.

MARTINS, M.; DUTRA-PEREIRA, F. K.; BORTOLAI, M. M. S. Análise de Conhecimentos Docentes Sobre Argumentação: Um Estudo dos Portfólios dos Licenciandos em Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. e39377, 2022. MARTINS, M.; JUSTI, R. Uma nova metodologia

para analisar raciocínios argumentativos. **Ciência & Educação (Bauru)**, [s. l.], v. 23, p. 7–27, 2017.

MCDONALD, C. V.; MCROBBIE, C. J. Utilising Argumentation to Teach Nature of Science. *In*: FRASER, B. J.; TOBIN, K.; MCROBBIE, C. J. (org.). **Second International Handbook of Science Education**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012. p. 969–986. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_64. Acesso em: 26 ago. 2024.

MCNEILL, K. L.; KNIGHT, A. M. Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Scientific Argumentation: The Impact of Professional Development on K–12 Teachers. **Science Education**, [s. l.], v. 97, n. 6, p. 936–972, 2013.

MELO, V. F. de; VIEIRA, R. D. Uma proposta de critérios avaliativos para atividades de Júri Simulado no Ensino de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 298–326, 2022.

MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. dos. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 621–643, 2016.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Uso da História para Compreensão de Ciência e Desenvolvimento da Argumentação de Professores de Química em Formação Inicial. *In*: III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL INTERNATIONAL, HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHING GROUP IHPST, 2014, Santiago, Chile. **Anais [...]**. Santiago, Chile: [s. n.], 2014. p. 192–202.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação (Bauru)**, [s. l.], v. 9, p. 191–211, 2003.

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**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 283–306, 2002.

MORVEAU, L. B. B. G. de *et al.* **Méthode de Nomenclature Chimique, proposée par MM. de Morveau, Lavoisier, Bertholet, & de Fourcroy**. [S. l.: s. n.], 1787.

OLIVEIRA, F. S. de; CRUZ, M. C. P.; SILVA, A. da C. T. e. Argumentação sociocientífica em torno da implantação de uma usina termoelétrica em Sergipe. **Química nova na escola**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 105–118, 2021.

OLIVEIRA, J. A. de; MENDONÇA, P. C. C. Proposta pedagógica para o ensino explícito de argumentação: o caso da controvérsia histórica do gás oxigênio. [s. l.], 2019.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the quality of argumentation in school science. **Journal of Research in Science Teaching**, [s. l.], v. 41, n. 10, p. 994–1020, 2004.

PALMER, W. CARL WILHELM SCHEELE (1742-1786): THE LIFE OF A GREAT CHEMIST. [s. l.], 2006.

PRIESTLEY, J. XIX. Observations on different kinds of air. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, [s. l.], v. 62, p. 147–264, 1772.

PRIESTLEY, J. XXXVIII. An account of further discoveries in air. By the Rev. Joseph Priestley, LL.D. F.R.S. in letter to Sir John Pringle, Bart. P.R.S. and the Rev. Dr. Price, F.R.S. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, [s. l.], v. 65, p. 384–394, 1775.

RAMOS, T. C.; MENDONÇA, P. C. C.; MOZZER, N. B. Interações Argumentativas no Ensino de Química a partir de um texto histórico. **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 43, n. 1, Argumentação no Ensino de Química, p. 51–61, 2021.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de Ciências: contexto brasileiro. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 13, p. 13–30, 2011.

SADLER, T. D. Promoting Discourse and Argumentation in Science Teacher Education. **Journal of Science Teacher Education**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 323–346, 2006.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 112–138, 2005.

SANDOVAL, W. A. *et al.* Organising a culture of argumentation in elementary science. **International Journal of Science Education**, [s. l.], v. 41, n. 13, p. 1848–1869, 2019.

SANTOS, M.; MAIA, P.; JUSTI, R. Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. 581–616, 2020.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 22, p. e20073, 2020.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: CONDIÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO EM SALA DE AULA. SÃO PAULO: CENGAGE LEARNING. [S. l.: s. n.], 2013. p. 41–62.

SCHWARZ, B. B. Argumentation and Learning. *In*: MULLER MIRZA, N.; PERRET-CLERMONT, A.-N. (org.). **Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices**. Boston, MA: Springer US, 2009. p. 91–126. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-0-387-98125-3_4. Acesso em: 21 jun. 2023.

SISWANTO, S. *et al.* Infusing Explicit Argumentation in Science Reading Activities: Helping Prospective Science Teachers Reduce Misconception and Foster Argumentation Skills. **Pegem Journal of Education and Instruction**, [s. l.], v. 12, n.

3, p. 177–189, 2022. THAGARD, P. A estrutura conceitual da revolução química. **Princípios: Revista de Filosofia (UFRN)**, [s. l.], v. 14, n. 22, p. 265–303, 2007.

VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R. **A systematic theory of argumentation: The pragma-dialectical approach**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2004.

WELIKSON, C. Carl Wilhelm Scheele. *In*: [S. l.: s. n.], [s. d.].

WELIKSON, C. Joseph Priestley. *In*: [S. l.: s. n.], [s. d.].

WEST, J. B. Carl Wilhelm Scheele, the discoverer of oxygen, and a very productive chemist. **American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology**, [s. l.], v. 307, n. 11, p. L811–L816, 2014.

WHO DISCOVERED OXYGEN? Direção: Muffie Meyer e Stephen Lyons. [S. l.]: Lyons Production, 2015. (PT00H12M38S). Disponível em: <https://vimeo.com/122356586>. Acesso em: 28 ago. 2024.

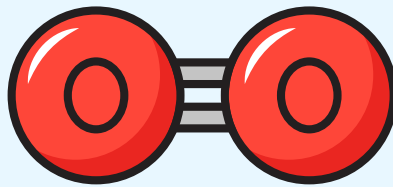
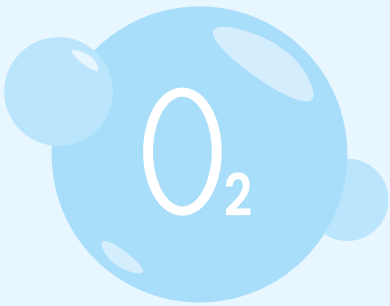
YIN, R. K. **Estudo de Caso - 5.Ed.: Planejamento e Métodos**. [S. l.]: Bookman Editora, 2015.

ZEMBAL-SAUL, C. Learning to teach elementary school science as argument. **Science Education**, [s. l.], v. 93, n. 4, p. 687–719, 2009.

ZEMPLÉN, G. Á. History of Science and Argumentation in Science Education: Joining Forces?. *In*: ADAPTING HISTORICAL KNOWLEDGE PRODUCTION TO THE CLASSROOM. [S. l.]: Brill, 2011. p. 129–140. Disponível em: <https://brill.com/display/book/edcoll/9789460913495/BP000010.xml>. Acesso em: 4 out. 2023.

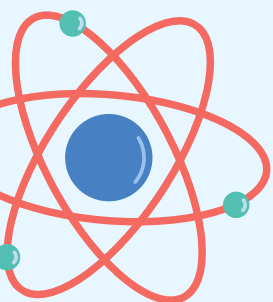
ZOHAR, A. Science Teacher Education and Professional Development in Argumentation. *In*: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (org.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2007. (Science & Technology Education Library). p. 245–268. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_12. Acesso em: 20 jun. 2023.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 35–62, 2002.

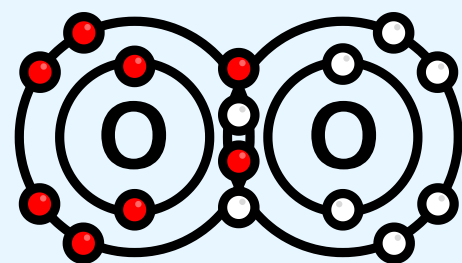
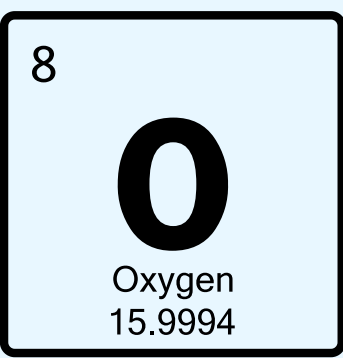


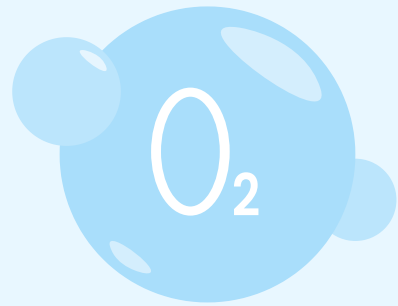
Revolução no Ar:

a Controvérsia Histórica da
Descoberta do Oxigênio



Larissa Lisboa Maia



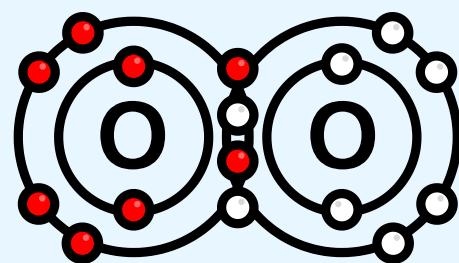
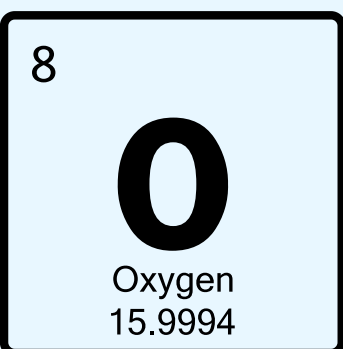


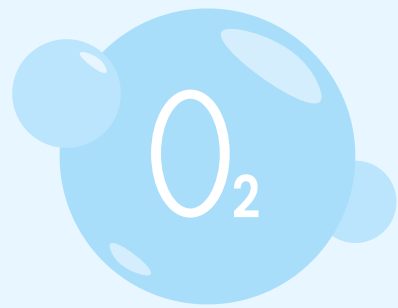
Quem sou eu?

Eu sou Larissa, autora desse caso histórico. Sou licenciada em Química pela Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal e Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela mesma instituição. Atualmente, atuo como professora da Educação Básica na rede estadual e privada de ensino.



A elaboração desse caso histórico surgiu da necessidade de integrar relatos históricos ao contexto de sala de aula e, ao mesmo tempo, promover práticas argumentativas como parte do cotidiano escolar, reconhecendo sua importância para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.



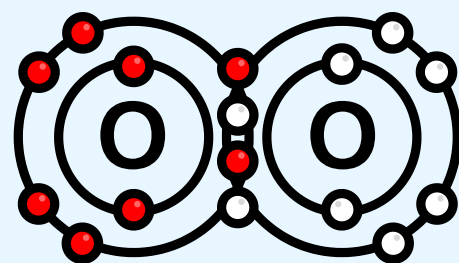
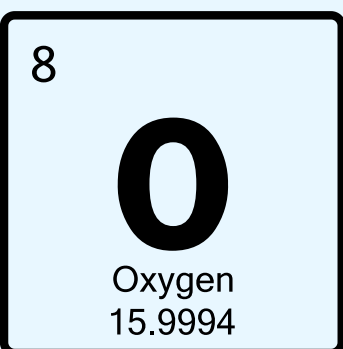


Apresentação

Esse produto educacional integra uma dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Viçosa e tem como objetivo evidenciar o potencial da História da Ciência para o desenvolvimento de práticas argumentativas no ensino.

Voltado ao apoio de professores da área de Ciências da Natureza, o material apresenta, de forma didática, um caso histórico ilustrado sobre a controvérsia em torno da descoberta do gás oxigênio, contextualizando de forma imparcial, tanto o processo de descoberta quanto aspectos da vida dos três cientistas envolvidos: Lavoisier, Scheele e Priestley.

Espera-se que este material contribua para a implementação de estratégias de ensino que valorizem a argumentação como abordagem didática e que possa, também, ser utilizado em propostas que envolvam aspectos de Natureza da Ciência e a promoção do conhecimento científico. Além disso, busca-se incentivar o desenvolvimento de novas práticas em sala de aula.



Revolução no Ar:

a Controvérsia Histórica da Descoberta do Oxigênio

Oxigênio, o gás que respiramos, tão importante para a manutenção da vida na Terra, carrega consigo uma das maiores controvérsias da história da Ciência: quem foi o responsável por sua descoberta? Várias personalidades e experimentos contribuíram para a sua compreensão, e houve uma série de desentendimentos e rivalidades durante o processo. As três principais figuras envolvidas são Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), Joseph Priestley (1733-1804) e Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), sobre os quais iremos conhecer melhor mais adiante. Mas antes, para entendermos melhor essa história, precisamos conhecer uma importante teoria da época: a Teoria do Flogisto.

1. Teoria do Flogisto

A Teoria do Flogisto foi proposta pelo alquimista alemão Johann Joachim Becher (1635-1682) em 1669, e reforçada pelo médico e químico alemão George Ernst Stahl (1660-1734) em 1703 (Brito, 2008). A teoria afirmava que um material flogístico, constituinte de todo material inflamável, era o responsável pela combustão dos corpos, isto é, “um corpo ardia porque continha flogisto, libertado durante a combustão” (CARNEIRO, 2006, p. 26). A combustão era resultado da liberação do flogisto a partir da matéria que estava sendo queimada, liberando-o no ar. Ao queimar o metal, o flogisto era liberado e o material restante, as cinzas, seriam uma substância deflogística, pois ao liberar o flogisto, deixavam de arder (Brito, 2008; Hancock, 2022). Segundo a teoria, uma vela acesa colocada em um recipiente fechado se apaga à medida que a vela queima, pois libera flogisto e ele se acumula no ar. Porém, o ar possui uma certa capacidade de absorver o flogisto até a sua saturação e, ao atingir esse limite, a vela para de queimar e se apaga. A teoria explicava a combustão e também a sua relação com a respiração (Brito, 2008; Hancock, 2022; Martins, 2009). Uma melhor definição pode ser observada a seguir:

O flogisto deve ser considerado como o fogo elementar combinado, que se tornou um dos princípios dos corpos combustíveis. (...) Todos esses corpos se inflamam ou passam ao estado ígneo, pelo contato direto do fogo puro posto em movimento até certo ponto, ou, o que dá no mesmo, pelo contato de qualquer corpo atualmente em estado de ignição. A combustão dos corpos provoca sempre a sua decomposição, ou a disparidade dos princípios que os compõem; e os fenômenos de combustão funcionam de maneira mais ou menos sutil, até que o princípio que entrou em sua composição seja totalmente liberado, removido ou diluído. O que resta depois do corpo que foi queimado entra na classe dos corpos incombustíveis; e parece que estes fenômenos não nos permitem duvidar de que o fogo elementar entrou como princípio na composição destes corpos (MACQUER, 1778, p. 183–184, trad. nossa).

Nessa mesma época, destacavam-se os estudos sobre gases, diversos cientistas estavam à frente desses estudos e, de certo modo, todas as descobertas de gases possuíam alguma relação com a Teoria do Flogisto (Brito, 2008). Diante disso, vamos explorar a história da descoberta do gás que nos permite a vida: o oxigênio. Três grandes nomes estão à frente dessa descoberta, Carl Scheele, Joseph Priestley e Antoine Lavoisier. Vamos entender um pouco mais a seguir:

2. Carl Wilhelm Scheele (1742-1786)

Carl Wilhelm Scheele (Figura 1), nascido em Stralsund, Pomerânia, uma província sueca e atual território alemão, não tinha perspectivas de uma boa vida, mas se tornou aprendiz de boticário (farmacêutico) em uma empresa de perfumes, ao se mudar para a cidade de Gotemburgo na Suécia, aos 14 anos. Foi quando descobriu seu interesse pela química e passou a realizar experimentos com os materiais e livros disponíveis no local (Welikson, [s. d.]; West, 2014).



Fonte:
<https://www.britannica.com/biography/Carl-Wilhelm-Scheele#/media/1/527125/96129>

Scheele é considerado muito importante na história da descoberta dos gases e foi o primeiro a observar o gás oxigênio e a descrever algumas de suas propriedades. Porém, demorou a publicar suas contribuições, permitindo com que outro cientista publicasse antes (West, 2014). Além do gás oxigênio, Scheele conseguiu isolar um gás verde, de forte odor, alta densidade e insolúvel em água, porém o elemento que o constitui só foi reconhecido e nomeado anos depois por Humphry Davy como Cloro (Welikson, [s. d.]; West, 2014). Apesar disso, Carl Scheele descobriu sete novos elementos como o Bário, o Hidrogênio, o Manganês, o Molibdênio, o Flúor e o Tungstênio. Também descobriu muitos compostos químicos como o ácido nítrico e o cianeto de hidrogênio, além de ser considerado pioneiro na separação e caracterização de ácidos orgânicos. Em 1770, publicou seu primeiro trabalho científico relacionado ao isolamento do ácido tartárico.

Figura 2 – Torbern Bergman



Fonte:
<https://www.britannica.com/biography/Torbern-Olof-Bergman#/media/1/61835/22497>

Quando se mudou para Uppsala, famoso centro acadêmico, conheceu Torbern Bergman (1735-1784)¹ (Figura 2), professor de química na universidade da cidade. Logo ficaram próximos e Bergman pediu que Scheele o ajudasse com um problema relacionado ao aquecimento de nitrato de potássio com ácido acético, que gerava um vapor vermelho (dióxido de nitrogênio). Bergman estava preocupado com a pureza dos reagentes envolvidos e foi este estudo que antecedeu a descoberta do oxigênio (West, 2014).

Segundo West (2014), Scheele produziu o gás oxigênio a partir do aquecimento de diversas substâncias, sendo o óxido de mercúrio a principal. De acordo com os relatos do cientista, o gás produzido era inodoro, insípido e favorecia a combustão e a respiração melhor do que o ar comum. Esse gás era formado pelo aquecimento de óxidos de mercúrio, prata e ouro.

¹Torbern Bergman foi um químico sueco, com contribuições para a química, física, astronomia, geologia e mineralogia. Lecionou na Universidade de Uppsala sobre física e matemática, publicando diversos artigos.

Figura 3 - Capa do livro de Carl Scheele



Fonte: (Scheele, 1984)

A datação dos estudos começou em 1770, foram finalizados entre 1772/1773 e escritos em um livro em 1775, porém a publicação ocorreu somente em 1777² (Figura 3).

Na publicação "Tratado Químico sobre Ar e Fogo" (em tradução livre), Scheele reconheceu que o ar atmosférico era composto por dois fluidos elásticos, sendo um o "ar de fogo", que atraía o flogisto (hoje conhecido como oxigênio), e o outro como ar "estragado", "viciado" ou "sujo", que não atraía o flogisto (conhecido hoje como nitrogênio) (Camel; Moura; Guerra, 2019; West, 2014).

Scheele observou que o minério de manganês, após aquecido, produzia grande quantidade de "ar" e escolheu "ar de fogo" como nome, pois produzia fagulhas brilhantes em contato com pó de carvão aquecido. O químico produziu este mesmo gás a partir do aquecimento de outras substâncias (Martins, 2009). Entretanto, apesar de ser o primeiro a observar a existência do gás oxigênio³, o primeiro a publicar sobre essa descoberta foi um outro importante cientista: Joseph Priestley.

3. Joseph Priestley (1733-1804)

Diferente de Scheele, Joseph Priestley (Figura 4) percebeu seu interesse pela química mais tardiamente, aos 33 anos de idade. Antes de se interessar pela ciência, Priestley foi um teólogo e pastor poliglota, nascido em um vilarejo próximo a Leeds, na Inglaterra. Em 1766, conheceu Benjamin Franklin e, sob sua influência, escreveu um livro sobre eletricidade⁴, "A História e o Estado Presente da Eletricidade" (em tradução livre) (Figura 5) (Welikson, [s. d.]). Apesar de sua obra ser na área da física, Priestley interessou-se mesmo pela química. Em 1771, ao morar ao lado de uma cervejaria, passou a observar o gás produzido durante o processo de fermentação da bebida, hoje conhecido como dióxido de carbono.



Figura 4 – Joseph Priestley

Fonte:
<https://www.britannica.com/biography/Joseph-Priestley#/media/1/475975/243389>

Na época, o gás era conhecido como "ar fixo", parecido com o ar presente na atmosfera, mas apresentava maior densidade, ficando retido nos recipientes de fermentação. Priestley iniciou alguns experimentos com este gás e, a partir dos resultados, foi o precursor na criação da água gaseificada (Martins, 2009; Welikson, [s. d.]).

²SCHEELE, Carl Wilhelm. Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer: (1777). Engelmann, 1894.

³No seu livro Tratado Químico sobre Ar e Fogo, Bergman afirma que a descoberta de Scheele antecedeu as publicações feitas por Priestley. Assim como o próprio Scheele afirma que finalizou a maior parte de seus estudos antes de ter conhecimento das observações de Priestley (West, 2014).

⁴PRIESTLEY, Joseph. The history and present state of electricity. 1775.

Priestley se dedicou ao estudo dos “ares” e identificou vários devido a um dispositivo chamado de cuba pneumática (Figura 6), criada para a retirada de gases solúveis em água. Dentre os “ares” descobertos, temos o “ar nitroso”, “vapor de espírito de sal”, “ar alcalino” e “ar nitroso deflogisticado”, atualmente conhecidos como óxido nítrico, ácido clorídrico, amônia e óxido nítrico, respectivamente (Martins, 2009; Priestley, 1772). Entretanto, sua principal descoberta foi a do gás oxigênio em 1774 (Brito, 2008).

Baseado nos estudos de outros cientistas sobre o “ar fixo”, Priestley realizou alguns experimentos com vegetais e animais, mais especificamente com camundongos. Nestes experimentos, o cientista presenciou o fenômeno que hoje conhecemos como fotossíntese (Welikson, [s. d.]), mas não foi o responsável por tal nomeação. Dentre os vários experimentos realizados, em um ele focalizou uma grande lente sobre o que hoje chamamos de óxido de mercúrio (Martins, 2009). Ao realizá-lo, notou que um “ar” se desprendia e observou que:

uma vela ardia naquele ar com uma chama incrível; e um pedaço de madeira em brasa estalou e queimou com uma rapidez prodigiosa, exibindo uma aparência semelhante à do ferro brilhando com um calor branco e lançando faíscas em todas as direções. Mas para completar a prova da qualidade superior deste ar, introduzi nele um rato; e numa quantidade em que, se estivesse no ar comum, teria morrido em cerca de um quarto de hora, viveu, em dois momentos diferentes, uma hora inteira, e foi retirado com bastante vigor (...). (PRIESTLEY, 1775, p. 388, trad. nossa)

Considerando a teoria do flogisto, que previa que uma vela confinada em espaço fechado se apagava devido à saturação de flogisto no ar, Joseph Priestley acreditou que estava diante de um ar sem flogisto, o que justificava a queima da vela se manter. Assim, ele descobriu o “ar deflogisticado” e logo publicou sua recém-descoberta na Royal Society (Priestley, 1775).

Em 1774, Priestley visitou Paris e se encontrou com outro importante cientista, Antoine Lavoisier, além de outros pesquisadores. Durante a visita, relatou sua mais nova descoberta, o “ar deflogisticado” e, a partir disso, Lavoisier iniciou experimentos e se dedicou a estudar essa nova substância, que futuramente, a nomeou como “oxigênio” (CARNEIRO, 2006; Martins, 2009).

Figura 7 – Antoine Lavoisier

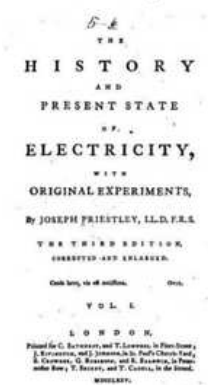


Fonte:
<https://www.britannica.com/biography/Antoine-Lavoisier#/media/1/332700/127045>

4. Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794)

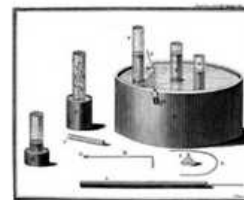
Antoine Lavoisier (Figura 7) nasceu em 1743 em Paris na França. Veio de uma família rica de advogados e estudou nos melhores colégios visando uma carreira jurídica. Apesar disso, seguiu os interesses científicos de um geólogo, amigo da família e, em 1763, participou das viagens de campo deste amigo para o primeiro levantamento geológico da França.

Figura 5 – Capa do livro de J. Priestley



Fonte: (Priestley, 1775)

Figura 6 – Cuba pneumática

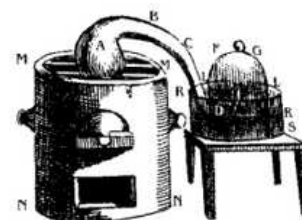


Fonte: (Priestley, 1772, p. 252)

Nesse mesmo ano, juntou-se a uma empresa cobradora de impostos em troca de um pagamento fixo à Coroa. Em 1771, se casou com Marie-Anne Paulze, importante colaboradora nas suas descobertas ao longo da vida (Hendry, 2012). Lavoisier foi membro da Academia das Ciências de Paris e era um pesquisador importante a sua época (Camel; Moura; Guerra, 2019).

Com relação às grandes descobertas, em especial no que competia aos gases, sabe-se que “nos anos de 1770, existia uma verdadeira competição internacional, uma ‘caça aos ares’” (CARNEIRO, 2006, p. 28). Desta forma, diversos cientistas estavam a par e em busca de descobrir novos “ares” e a maneira como trabalhavam divergia nos resultados. Diferente de Priestley, que produziu diferentes aparelhos para suas experiências e adotou diferentes técnicas colorimétricas, Lavoisier optou por técnicas mais analíticas, como pesar as substâncias e investigar os elementos (Camel; Moura; Guerra, 2019).

Figura 8 – Aparatos utilizados por Lavoisier para descoberta do “ar vital”



Fonte: (Lavoisier, 2007, p. 381)

Baseado nos aspectos quantitativos, Lavoisier questionou a teoria do flogisto, que não era baseada nesses princípios. Supunha-se que o flogisto tivesse um peso, mas nenhum pesquisador havia conseguido pesá-lo e, para Lavoisier, era notório o aumento de peso de uma substância que deveria ter perdido flogisto. Deste modo, como explicar que na combustão ocorre a perda de flogisto, mas o produto formado pesa mais que o reagente? (Camel; Moura; Guerra, 2019).

Em 1773, Lavoisier concluiu a existência de um fluido elástico contido no ar, o princípio fixado nos corpos e responsável pelo aumento de massa. O fluido só pode ser identificado e diferenciado do “ar fixo” a partir de experimentos com óxido de mercúrio, sob o uso de lentes (Figura 8), assim como realizado por Priestley. Portanto, havia a formação do fluido elástico, a princípio chamado de “ar vital” e, futuramente, nomeado como oxigênio. Em 1775, Lavoisier anunciou à Academia de Ciências de Paris que era o próprio ar que unia-se aos metais durante a combustão (Camel; Moura; Guerra, 2019). Anunciou também que o novo gás era mais puro e respirável do que o ar da atmosfera, assim como já enunciado por Priestley (Priestley, 1775) e publicou sua descoberta dois anos após as publicações de Priestley.

Lavoisier mudou a perspectiva de estudo dos ares, passou a ser um estudo da decomposição do ar, uma investigação analítica que visa isolar a substância simples que o compõe. Assim, o óxido de mercúrio deixa de ser o objeto de investigação e se torna a ferramenta analítica (CARNEIRO, 2006; Hendry, 2012). A essência do debate baseou-se em Lavoisier observar os óxidos como compostos de um metal + oxigênio, enquanto os flogistas viam os metais como compostos de um óxido + flogisto. De modo semelhante, os flogistas viam a combustão como a decomposição de um metal, enquanto Lavoisier a via como a decomposição do gás oxigênio (Hendry, 2012). Suas ideias baseavam-se em medidas ponderais, extremamente precisas conforme os aparelhos permitiam (Camel; Moura; Guerra, 2019) e, assim, veio a descoberta:

O carvão, em vez de se consumir como no ar comum, queimou com uma chama e forte crepitação, à maneira do fósforo, e com uma vivacidade de luz que os olhos tinham dificuldade de suportar. Esse ar que descobrimos quase ao mesmo tempo, os senhores Priestley, Scheele e eu, foi chamado pelo primeiro de ar deflogisticado; pelo segundo, de ar empireal. Eu tinha, a princípio, dado o nome de ar eminentemente respirável: desde então, ele foi substituído pelo de ar vital. (Lavoisier, 2007, p. 45)

Diante das novas descobertas, foi publicado o livro “Método de Nomenclatura Química”⁵, baseado nas ideias de Lavoisier e na descoberta e teoria do oxigênio, visto que era “hora de livrar a química de todos os tipos de obstáculos que atrasam o seu progresso; introduzir um verdadeiro espírito analítico.” (Morveau et al., 1787, p. 16).

As contribuições de Lavoisier não pararam por aqui. É importante destacar seu notório trabalho publicado como “Tratado Elementar da Química”⁶, em 1789, justamente onde nomeou o oxigênio com tal nome pela primeira vez:

Viu-se que o ar da atmosfera era principalmente composto de dois fluidos aeriformes ou gases, um respirável, capaz de manter a vida dos animais, no qual os metais se calcinam e os corpos combustíveis podem queimar; o outro tem propriedades de todo opostas, nele os animais não podem respirar, não pode manter a combustão etc. Demos à base da porção respirável do ar o nome de oxigênio, derivando-o de duas palavras gregas $\epsilon\chi\upsilon\phi$, ácido, e $\gamma\epsilon\lambda\upsilon\omicron\mu\alpha\iota$, eu engendo, porque de fato uma das propriedades mais gerais dessa base é formar ácidos com a maior parte das substâncias. Chamaremos, portanto, de gás oxigênio a reunião dessa base com o calórico. (Lavoisier, 2007, p. 51)

5. A controvérsia

Antoine Lavoisier levou todos os créditos de tal descoberta, pois rompeu com a teoria do flogisto, aceita por anos, e deu uma explicação mais aceitável sobre a natureza do oxigênio e levou a química para uma compreensão mais moderna (Palmer, 2006). Entretanto, além da visita de J. Priestley a Paris e o seu encontro com Lavoisier que precedeu os experimentos analíticos do cientista, também há relatos de uma carta enviada por Carl Scheele a Lavoisier, anos antes, em 1774. Embora o cientista nunca tenha mencionado ter recebido a carta, muitos historiadores acreditam que o tenha feito (Palmer, 2006). O rascunho da carta está atualmente no Centre for History of Science at the Royal Swedish Academy of Sciences⁷, em Estocolmo (West, 2014). Segundo West (2014), Scheele havia solicitado que Lavoisier refizesse os seus experimentos que levaram a descoberta do “ar de fogo” com materiais mais precisos, buscando reafirmar os resultados.

Diante dos acontecimentos históricos que rodeiam a descoberta do gás oxigênio, vale-se perguntar: Quem descobriu o oxigênio? Carl Scheele, o primeiro a se deparar com a nova substância? Joseph Priestley, o primeiro a publicar sobre sua descoberta? Antoine Lavoisier que foi o primeiro a romper com a teoria errônea do flogisto? O que vale mais: ter o primeiro contato com a substância, publicar a descoberta ou dar uma explicação mais correta para a existência da substância? Antoine Lavoisier usou de informações confidenciais para fazer sua descoberta? Priestley tinha conhecimento dos estudos realizados por Scheele? Por que Scheele nunca reivindicou sua descoberta?

⁵ MORVEAU, Louis Bernard Baron Guyton de. *Méthode de nomenclature chimique, proposée par MM. de Morveau, Lavoisier, Bertholet, & de Fourcroy.* 1787.

⁶ Lavoisier, Antoine-Laurent. *Tratado Elementar de Química.* Traduzido por Laís dos Santos Pinto Trindade. São Paulo: MADRAS, 2007.

⁷ <https://www.vetenskapshistoria.se/en/>

REFERÊNCIAS

- BRITO, A. A. DE S. E. Flogisto, “Calórico” & “Éter. *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, v. 20, n. 3/4, p. 51–63, 2008.
- CAMEL, T. D. O.; MOURA, C.; GUERRA, A. Revolução Química e Historiografia: uma releitura a partir da História Cultural da Ciência para o Ensino de Química. *Educación Química*, v. 30, n. 1, p. 136, 7 fev. 2019.
- CARNEIRO, A. Elementos da história da química do século XVIII. *Boletim da sociedade Portuguesa de Química*, v. 102, p. 25–31, 2006.
- HANCOCK, J. T. A Brief History of Oxygen: 250 Years on. *Oxygen*, v. 2, n. 1, p. 31–39, mar. 2022.
- HENDRY, R. F. Antoine Lavoisier (1743–1794). Em: *Philosophy of Chemistry*. [s.l.] Elsevier, 2012. p. 63–70.
- LAVOISIER, A.-L. *Tratado Elementar de Química*. Tradução: Laís dos Santos Pinto Trindade. São Paulo: MADRAS, 2007.
- MACQUER, P. J. *Dictionnaire de chimie, contenant la théorie et la pratique de cette science, son application a la physique, a l’histoire naturelle ...* [s.l.] de l’Imprimerie de Monsieur, 1778.
- MARTINS, R. DE A. Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de ares e os seres vivos. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, n. 1, p. 167–208, 2009.
- MORVEAU, L. B. B. G. DE et al. *Méthode de Nomenclature Chimique, proposée par MM. de Morveau, Lavoisier, Bertholet, & de Fourcroy*. [s.l.: s.n.].
- PALMER, W. CARL WILHELM SCHEELE (1742-1786): THE LIFE OF A GREAT CHEMIST. 10 jan. 2006.
- PRIESTLEY, J. XIX. Observations on different kinds of air. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 62, p. 147–264, 1772.
- PRIESTLEY, J. XXXVIII. An account of further discoveries in air. By the Rev. Joseph Priestley, LL.D. F.R.S. in letter to Sir John Pringle, Bart. P.R.S. and the Rev. Dr. Price, F.R.S. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 65, p. 384–394, 31 dez. 1775.
- WELIKSON, C. Carl Wilhelm Scheele. Em: [s.l.: s.n.].
- WELIKSON, C. Joseph Priestley. Em: [s.l.: s.n.].
- WEST, J. B. Carl Wilhelm Scheele, the discoverer of oxygen, and a very productive chemist. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, v. 307, n. 11, p. L811–L816, 2014.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) aluno(a),

O(A) Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa intitulada “Descoberta do Gás Oxigênio: Desenvolvimento de Habilidades Argumentativas baseado em Ações Docentes Favoráveis à Argumentação a partir da Controvérsia Histórica” que faz parte de um projeto de pesquisa realizado pela estudante de mestrado Larissa Lisboa Maia, aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Viçosa. O projeto de pesquisa visa contribuir para a formação docente inicial junto a licenciandos, introduzindo abordagens de ensino que permitam formas de conexão entre o conteúdo trabalhado e sua real significação para a prática pedagógica docente. Essa pesquisa terá como objetivo analisar o desenvolvimento de habilidades argumentativas por professores de química em formação inicial, a partir de uma sequência didática que tem como pano de fundo a controvérsia histórica da descoberta do gás oxigênio, que conta a história de três cientistas: Carl Scheele, Joseph Priestley e Antoine Lavoisier.

As atividades serão desenvolvidas na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química, ao longo de 4 a 6 aulas de 1h 40min (uma hora e quarenta minutos) de duração, nos dias e horários previamente combinados e comunicado aos estudantes da disciplina. A participação na pesquisa é voluntária, mas a atividade de ensino faz parte das atividades habituais da disciplina. Você será solicitado a realizar a leitura de um caso histórico escrito pelas pesquisadoras e previamente disponibilizado. Em seguida, você deverá pesquisar e se inteirar sobre o assunto abordado na controvérsia histórica, para se envolver no desenvolvimento da atividade proposta. Os alunos serão convidados a se dividirem em grupos, visando defender o cientista que acreditam merecer o mérito pela descoberta do gás. A coleta de dados dessa pesquisa será feita a partir da gravação das aulas e posterior transcrição dos dados pelas pesquisadoras. Os dados coletados serão de uso específico para essa pesquisa, sendo acessado apenas pelos pesquisadores. Nenhuma imagem ou registro em áudio serão, de forma alguma, publicados ou disponibilizados para outrem.

Os riscos envolvidos na pesquisa associam-se a possíveis danos psicológicos relacionados à participação na discussão da atividade, especialmente associados ao tempo dedicado à pesquisa e constrangimento durante a participação na atividade. Contudo, asseguramos que serão tomadas as medidas e cautelas para a minimização de danos como: as atividades envolverão exclusivamente conteúdos de natureza científica, sem exposição de crenças pessoais ou outras questões sensíveis; a pesquisa será acompanhada pela professora da disciplina e também orientadora da pesquisa que é uma profissional formada, experiente e qualificada para ministrar a atividade de ensino e conduzir a pesquisa, estando atenta a qualquer desconforto causado pelo processo; será assegurada a confidencialidade, a privacidade e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas; os dados da pesquisa serão codificados, garantindo o anonimato dos sujeitos participantes na divulgação da mesma. Além disso, os resultados dessa pesquisa estarão à disposição dos participantes.

Mesmo que você esteja de acordo com os termos aqui colocados, esclarecemos que a qualquer momento esse consentimento pode ser retirado, garantindo-se que os dados gerados pelo participante serão imediatamente excluídos da pesquisa. Não haverá qualquer custo relacionado à participação na pesquisa e, em caso de eventuais danos decorrentes da participação nessa, é garantida a indenização dos participantes pelos pesquisadores.

Considerando os referenciais teóricos e outras pesquisas relacionadas na área, espera-se que a metodologia de ensino proposta nesse trabalho contribua significativamente para a associação de conceitos científicos à argumentação, bem como para o futuro uso de atividades argumentativas na prática docente.

Visando atender aos princípios da ética na pesquisa, caso esteja de acordo em participar dessa pesquisa, solicito que você assine este termo explicitando sua concordância em participar da pesquisa com o uso dos dados produzidos por você. Ressalto que você poderá retirar este consentimento a qualquer momento e que não terá nenhum prejuízo por isso. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos após o término, em arquivo virtual e arquivo eletrônico físico, após esse período, os dados serão completamente apagados. Os pesquisadores tratarão a sua identidade

com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos. Caso ainda exista dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (031) 97153-1511 ou no endereço: Prédio de Laboratórios de Ensino – LEN – Bloco H – Sala 98 – Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de Viçosa – *Campus Florestal* – Rodovia LMG 818, km 06 – CEP: 35690-000 – Florestal – MG.

Desde já, agradecemos sua colaboração para a realização desta pesquisa.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Poliana F. Maia

Pesquisadora responsável

Larissa Lisboa Maia

Pesquisadora responsável

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 1

Questionário 1
<p>Este questionário faz parte das atividades propostas para a disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química e, diante da sua permissão, os dados produzidos serão utilizados para o desenvolvimento da pesquisa de Mestrado da estudante Larissa Lisboa Maia, conforme apresentado anteriormente. Responda às questões apenas com os dados fornecidos no próprio questionário, visando o bom desenvolvimento da atividade proposta.</p> <p>*Indica uma pergunta obrigatória</p>
Nome Completo *
A descoberta do Gás Oxigênio
Você conhece a história da Descoberta do Gás Oxigênio? *
() Sim () Não () Não me lembro
Se sim, conte-nos onde e como você conheceu essa história?
O que você sabe sobre essa história? *
Você tem alguma opinião sobre as contribuições dos cientistas envolvidos na 'descoberta' do oxigênio? *
() Sim () Não () Talvez
Conte-nos a sua opinião e justifique-a.
Argumentação no processo de construção da Ciência
Você considera que a Argumentação está presente na Ciência (em todo o processo de construção do conhecimento científico)? De que forma você vê essa reação? *
Qual a importância da Argumentação para a Ciência (considere todo o processo de construção do conhecimento científico)? Justifique sua resposta. *
Argumentação no ensino de Ciências
Você já ouviu falar sobre Argumentação no ensino de Ciências? *
() Sim () Não
O que você entende por Argumentação no ensino de Ciências? *

Práticas Argumentativas
Você já participou de alguma aula que envolvia práticas argumentativas? *
() Sim () Não
Se sim, conte-nos como foi a experiência.
Você já aplicou alguma atividade argumentativa em sala de aula? Ex.: PIBID, Residência Pedagógica, Estágio etc. *
() Sim () Não
Conte-nos como foi a experiência.

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 2

Questionário 2
<p>Este questionário faz parte das atividades propostas para a disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química e, diante da sua permissão, os dados produzidos serão utilizados para o desenvolvimento da pesquisa de Mestrado da estudante Larissa Lisboa Maia, conforme apresentado anteriormente. Responda às questões apenas com os dados fornecidos no próprio questionário, visando o bom desenvolvimento da atividade proposta.</p> <p>*Indica uma pergunta obrigatória</p>
Nome Completo *
Argumentação no Ensino de Ciências
Na sua opinião, quais as vantagens da abordagem de argumentação no ensino trariam para o ensino de Química? Justifique sua resposta. *
Na sua opinião, quais as contribuições da abordagem de argumentação para o ensino de Química? Justifique. *
Você vê desvantagens em abordar argumentação no ensino de Química? Justifique sua resposta. *
Quais as possíveis limitações da abordagem de argumentação no ensino de Química? Justifique. *
Na sua opinião, qual o papel do professor em uma aula na qual o diálogo e as discussões são centrais (isto é, são incentivadas)? *
Na sua opinião, qual o papel do estudante em uma aula na qual o diálogo e as discussões são centrais (isto é, são incentivadas)? *
Se você fosse professor de uma turma, como você faria para envolver os estudantes na argumentação? Justifique. *
Se você fosse professor de uma turma, que estratégia usaria para criar um ambiente argumentativo em sala de aula? *
De que forma a argumentação em sala de aula pode influenciar o processo de aprendizado? *

**Sobre o Caso Histórico: "Revolução no Ar: a Controvérsia Histórica da
Descoberta do Oxigênio"**

Considerando os vídeos e a leitura, elabore um argumento que expresse a sua posição em relação ao mérito dos cientistas envolvidos nos estudos da 'descoberta' do oxigênio. Apresente dados e justifique o seu posicionamento. *

Se você tivesse que atribuir a 'descoberta' do gás oxigênio a um dos cientistas. Qual deles seria? Justifique sua resposta. *

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO 3

Questionário 3
<p>Este questionário faz parte das atividades propostas para a disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química e, diante da sua permissão, os dados produzidos serão utilizados para o desenvolvimento da pesquisa de Mestrado da estudante Larissa Lisboa Maia, conforme apresentado anteriormente. Responda às questões apenas com os dados fornecidos no próprio questionário, visando o bom desenvolvimento da atividade proposta.</p> <p>*Indica uma pergunta obrigatória</p>
Nome Completo *
Argumentação no Ensino de Ciências
A sua concepção inicial sobre Argumentação no Ensino de Ciências mudou? *
() Sim () Não () Talvez
Se mudou, como a sua nova concepção se diferencia da anterior?
Se não mudou, o que te fez manter a concepção?
Talvez, em que sentido você considera que a sua concepção possa ter sido alterada?
O que te fez mudar ou não de concepção? *
Sobre as práticas argumentativas
Você se sente preparado para aplicar uma atividade que envolva argumentação em sala de aula? *
() Sim () Não () Talvez
Se sim, o que contribuiu para esse preparo?
Se não, o que você considera que ainda seja necessário para se sentir preparado?
Como você, enquanto professor de química, promoveria, na prática, ações argumentativas em sala de aula? *
Quais tipos de pergunta/interação/ações você promoveria junto aos estudantes e com qual finalidade? *

Quais dificuldades você espera encontrar durante a abordagem de uma prática argumentativa em sala de aula? *
Quais ações você acha necessário um professor tomar durante a condução de uma atividade argumentativa? *
Qual a relevância da abordagem de práticas argumentativas para o ensino? *
Sobre o Caso Histórico: "Revolução no Ar: a Controvérsia Histórica da Descoberta do Oxigênio"
Avalie o seu argumento produzido em relação ao mérito dos cientistas envolvidos nos estudos da 'descoberta' do oxigênio no outro questionário. *
Diante da sua avaliação, o seu posicionamento mudou? Por quê? *
A argumentação apresentada por você era robusta? Justifique sua resposta. *