

Contribuições de ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação para a inserção de estudantes na prática científica de argumentar

Stefannie S. Ibraim e Rosária Justi

A Base Nacional Comum Curricular aponta o desenvolvimento da capacidade de argumentar como um dos objetivos para a Educação Básica. Isso está associado às oportunidades oferecidas pelo professor para os estudantes participarem de situações argumentativas em aulas de Ciências. Diante disso, investigamos como ações docentes podem favorecer o envolvimento de estudantes em processos argumentativos relacionados à produção de conhecimento. Para tal, observamos e registramos em vídeo uma aula de Química, na qual a professora e os estudantes discutiram sobre o experimento da queima de uma vela. A partir de Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação, caracterizamos as ações da professora e discutimos suas contribuições para o engajamento dos estudantes na prática de argumentar. Concluímos que as ações da professora contribuíram principalmente para que os estudantes: participassem da discussão e refletissem sobre a construção das evidências e sobre a validade das afirmativas científicas.

► argumentação, prática científica, ações do professor ◀

Recebido em 11/09/2020, aceito em 03/11/2020

16

Nas últimas décadas, os documentos oficiais que apontam orientações para o ensino básico em vários países (por exemplo, NRC, 2012; DFE, 2014; Brasil, 2018) têm destacado o papel da Educação Básica como sendo o de ajudar os sujeitos a desenvolver conhecimentos e habilidades para que eles possam desempenhar papéis ativos na sociedade em que vivem.

Especificamente no contexto da Educação Básica brasileira, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento orientador para o Ensino Médio, encontramos a indicação de dez competências relacionadas à formação cidadã e às transformações sociais que estudantes devem desenvolver ao longo de seu processo formativo. Neste conjunto de competências, devido ao foco desse artigo, destacamos a sétima, segundo a qual estudantes devem ser capazes de:

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender

A criação de ambientes argumentativos em contextos regulares de ensino ainda não tem feito parte da realidade da maioria das salas de aula de Ciências (Sá e Queiroz, 2011; McNeill et al., 2016), visto que muitos professores parecem não visualizar possibilidades de realizá-la frente a um currículo repleto de conceitos científicos e à crença de que é necessário deixar de ensinar conteúdos científicos para se ensinar a argumentar (Kuhn, 2005).

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)

O desenvolvimento desta competência está diretamente associado às oportunidades de estudantes participarem de situações argumentativas em aulas de Ciências. Segundo Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008), isto significa engajá-los em um processo social, visando: (i) justificar ou avaliar afirmativas de conhecimento, explicitando as conexões entre afirmativa e evidência(s), e (ii) persuadir audiências, visando convencer o outro a partir da validade das ideias apresentadas ou de críticas às ideias formuladas.

A criação de ambientes argumentativos em contextos regulares de ensino ainda não tem feito parte da realidade da maioria das salas de aula de Ciências (Sá e Queiroz,

2011; McNeill *et al.*, 2016), visto que muitos professores parecem não visualizar possibilidades de realizá-la frente a um currículo repleto de conceitos científicos e à crença de que é necessário deixar de ensinar conteúdos científicos para se ensinar a argumentar (Kuhn, 2005). Entretanto, visões contemporâneas têm defendido que o ensino de conteúdos deveria contemplar o ensino sobre práticas científicas envolvidas na produção daqueles conhecimentos (Osborne, 2016). Nesse sentido, enfatizamos a criação de ambientes argumentativos no contexto do ensino de Ciências e, conseqüentemente, do ensino de Química, porque a argumentação é uma prática autêntica da ciência, visto que cientistas desenvolvem e debatem teorias a partir de evidências (Osborne e Dillon, 2010). Portanto, envolver estudantes em situações argumentativas relacionadas à produção de conhecimentos pode contribuir para que eles desenvolvam: uma visão ampla do significado de Ciências e a competência argumentativa, visto que aprender a pensar está intrinsecamente relacionado a aprender a argumentar (Kuhn, 1993).

Nesse contexto de ensino de Ciência/Química envolvendo argumentação, cabe ao professor favorecer tanto a ocorrência de situações argumentativas quanto a participação de estudantes nas mesmas. Então, é importante que ele: (i) engaje os estudantes em situações investigativas que possibilitem o levantamento e análise de hipóteses, que sejam discutidas analisando a validade e pertinências das conclusões formuladas à luz das evidências e de outros conhecimentos científicos disponíveis aos estudantes (Chiaro e Leitão, 2005; Ferraz e Sasseron, 2017); e (ii) proporcione a ocorrência de, e envolvimento dos estudantes em, reflexões sobre os critérios estabelecidos para julgar a argumentação desenvolvida e os produtos dessa argumentação, os argumentos, isto é, situações em que os estudantes considerem os argumentos formulados por eles como objetos de conhecimento (Leitão, 2011).

Assim, parece claro que o envolvimento de estudantes na prática científica de argumentar se relaciona estreitamente com aspectos metodológicos da prática docente na condução de situações argumentativas. Por isto, neste trabalho, buscamos investigar: como ações docentes podem favorecer o envolvimento de estudantes em processos argumentativos relacionados à produção de conhecimento? Esperamos que as discussões e conclusões deste trabalho subsidiem reflexões de professores interessados em atuar, ou aperfeiçoar suas atuações, na perspectiva de inclusão da prática científica de argumentar em suas aulas.

A literatura que fundamenta nossos argumentos

Prática Científica de Argumentar

Na Ciência, a argumentação pode ser compreendida como

um processo social direcionado à elaboração de argumentos científicos que expressam relações entre evidências e teorias, e são formulados objetivando propor uma explicação, propor um modelo, ou fazer uma avaliação de um conhecimento (Duschl e Osborne, 2002). Ainda, segundo Norris *et al.* (2008), a argumentação científica também pode ser pensada como uma forma de validar ou refutar argumentos científicos, considerando um conjunto de proposições que refletem os valores da comunidade científica, isto é, a partir de critérios epistêmicos.

No processo de construção de argumentos científicos, um elemento central é a evidência, uma vez que é utilizada para dar suporte à afirmativa/conclusão científica (Longino, 1990). Bravo Torija e Jiménez-Aleixandre (2010) diferenciam dados de evidências, considerando que evidências são construídas a partir da interpretação de dados empíricos ou teóricos e que se baseia em modelos científicos. Assim, a atribuição de significados aos dados, o que os transforma em evidências, é guiada pelas crenças e conhecimentos prévios dos sujeitos envolvidos na construção do argumento (Osborne e Dillon, 2010). Portanto, é plausível afirmar que diferentes sujeitos podem interpretar determinados dados de forma diferente, ou podem selecionar, a partir de um mesmo conjunto de dados, dados diferentes para serem usados como suporte para seus enunciados.

A argumentação também se faz presente em momentos nos quais é necessário convencer outros da validade de (um) argumento(s) e de suas potencialidades em uma dada situação. Assim, o reconhecimento e aceitação de argumentos científicos produzidos se dá a partir de um processo argumentativo (Williams, 2011), no qual os diferentes métodos usados na investigação, na avaliação e na interpretação tanto de dados quanto de explicações alternativas geradas sobre o fenômeno, são levados em consideração (Duschl e Osborne, 2002).

Contribuições da Prática de Argumentar para o Ensino de Ciências

Sobre o uso da argumentação no Ensino de Ciências, Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008), a partir das ideias de André Tibergien, apontam algumas contribuições potenciais da prática de argumentar para a aprendizagem de estudantes. Uma delas se refere à possibilidade de o professor ter acesso a como um estudante está internalizando os conceitos científicos a partir de situações nas quais tal estudante explicita seus raciocínios. Dessa forma, o professor pode avaliar a adequação das evidências e justificativas apresentadas pelo estudante frente aos modelos teóricos disponíveis em determinada situação de ensino.

Outra potencialidade da argumentação está associada ao desenvolvimento de competências comunicativas e relacionadas ao pensamento crítico dos estudantes, ambas

[...] o reconhecimento e aceitação de argumentos científicos produzidos se dá a partir de um processo argumentativo (Williams, 2011), no qual os diferentes métodos usados na investigação, na avaliação e na interpretação tanto de dados quanto de explicações alternativas geradas sobre o fenômeno, são levados em consideração (Duschl e Osborne, 2002).

diretamente vinculadas à sétima competência destacada na BNCC (Brasil, 2018). O pensamento crítico pode ser entendido como a capacidade de um sujeito avaliar ou analisar: a consistência de argumentos a partir do exame de evidências (Kuhn, 1991), e criticar discursos de autoridade, questionando e podendo transformar a sociedade em que vive. Nesse sentido, o ensino envolvendo argumentação tende a favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico ao proporcionar aos estudantes a possibilidade de analisar as evidências disponíveis, analisar os argumentos apresentados e discutir questões controversas, as quais podem contribuir para eventuais posicionamentos críticos.

Além disso, Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008) apontam que a prática de argumentar pode contribuir para o desenvolvimento dos conhecimentos de estudantes sobre a própria Ciência. Isto porque, como defendido por Driver *et al.* (2000) e Osborne *et al.* (2004), ao participar de situações argumentativas, os estudantes (i) têm oportunidades de discutir sobre processos que levam à aceitação de uma teoria ou ideia a partir de critérios epistêmicos, podendo reconhecer a Ciência como um processo social; e (ii) podem expressar seus raciocínios ou argumentos referentes ao conhecimento científico em discussão, o que favorece a aprendizagem sobre a comunicação (oral ou escrita) na Ciência.

Por fim, ao serem envolvidos em um ambiente argumentativo, estudantes podem analisar múltiplas explicações para um mesmo fenômeno e discutir tais explicações. Isso permite que o professor conduza discussões relacionadas às diferentes linhas de pensamento utilizadas pelos estudantes para propor explicações e os conduza à análise destas.

Ações Docentes no Contexto de Ensino Envolvendo Argumentação

Considerando a importância do papel do professor na criação e condução de situações argumentativas em sala de aula, pesquisadores (por exemplo, Chiaro e Leitão, 2005; Simon *et al.*, 2006; Christodoulou e Osborne, 2014; Orofino e Trivelato; 2015; Lourenço *et al.*, 2016; Ibraim e Justi, 2017; Lourenço e Queiroz, 2020) têm buscado investigar as relações entre as ações docentes e o envolvimento dos estudantes em processos argumentativos.

No contexto brasileiro, na última década, alguns pesquisadores têm utilizado as ações docentes relacionadas à argumentação propostas por Simon *et al.* (2006) como quadro analítico para investigar: (i) as contribuições das ações de uma professora ao trabalhar com atividades de leitura e discussão de texto para estimular os estudantes a argumentar (Orofino e Trivelato; 2015); (ii) como licenciandas em Química conduzem atividades argumentativas

no contexto de sala de aula (Lourenço *et al.*, 2016); e (iii) como as ações manifestadas por essas licenciandas estão relacionadas às facilidades e dificuldades enfrentadas por elas (Lourenço e Queiroz, 2020). Assim como os trabalhos citados, Ibraim (2018) assume as ações apresentadas em Simon *et al.* (2006) como favoráveis ao ensino envolvendo argumentação. Entretanto, ao investigar as ações docentes manifestadas por uma professora durante a condução de situações de ensino envolvendo argumentação, a autora ampliou o quadro analítico apresentando um conjunto de 48 tipos de Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação (AFEEA) a partir

da identificação de algumas ações em outros trabalhos da literatura (por exemplo, Mork, 2005) e da proposição de outras em um estudo empírico. Tais ações foram divididas de acordo com sua natureza em quatro temas, como apresentado no Quadro 1.

A variedade de AFEEA e seus temas (Quadro 1) possibilita relacioná-los aos diferentes objetivos para o Ensino de Ciências/Química envolvendo argumentação. Por exemplo, as ações contempladas no tema *estrutura*¹ estão mais alinhadas ao objetivo de ensinar explicitamente argumentação do que as ações do tema *processo*, que visam o envolvimento dos estudantes nos processos argumentativos.

O estabelecimento de relações entre as ações manifestadas pelo professor e os objetivos de ensino pode iluminar discussões sobre as razões para ações relativas ao ensino sobre argumentação não terem sido observadas nos trabalhos de Lourenço *et al.* (2016) e Lourenço e Queiroz, 2020. Isto porque, nos contextos investigados pelas autoras, as licenciandas tinham como objetivo o ensino de conteúdos científicos curriculares, por exemplo, ligações metálicas. Dessa forma, era de se esperar que as ações manifestadas por elas se relacionassem às classificadas como de natureza *suporte* e *processo* no Quadro 1. Isto porque ações destas naturezas estão relacionadas à criação e condução de situações argumentativas, as quais, nos estudos supracitados, se relacionavam à construção de conhecimentos científicos curriculares. Portanto, consideramos que a ampliação do referencial analítico e a organização das AFEEA em temas podem contribuir para que novos entendimentos sobre o ensino de Ciências envolvendo argumentação sejam alcançados, valorizando as contribuições das ações docentes em diferentes contextos de ensino.

Diante disso, consideramos que o conjunto de AFEEA pode contribuir para a elaboração e avaliação do argumento a ser construído neste trabalho, no qual analisamos como ações docentes podem contribuir para o envolvimento de estudantes em processos argumentativos relacionado à produção de conhecimentos.

O estabelecimento de relações entre as ações manifestadas pelo professor e os objetivos de ensino pode iluminar discussões sobre as razões para ações relativas ao ensino sobre argumentação não terem sido observadas nos trabalhos de Lourenço *et al.* (2016) e Lourenço e Queiroz, 2020. Isto porque, nos contextos investigados pelas autoras, as licenciandas tinham como objetivo o ensino de conteúdos científicos curriculares, por exemplo, ligações metálicas.

Quadro 1. Ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação e seus temas relacionados.

Tema	Descrição do tema	Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação
Processo (P)	Ações do professor que fomentam o envolvimento de estudantes no processo de argumentar, em termos de: (i) justificar ou avaliar afirmativas de conhecimento à luz das evidências disponíveis; ou (ii) persuadir uma audiência, o que envolve a manifestação de argumentos, contra-argumentos, teorias alternativas, e refutações.	<p>Encorajar a realização de uma investigação com o objetivo de coletar dado(s) que pode(m) ser usado(s) como evidência.</p> <p>Engajar o(s) estudante(s) no processo de análise de dado(s) tendo em vista a construção de evidência(s).</p> <p>Apresentar ou destacar dado(s) que pode(m) ser usado(s) como evidência(s).</p> <p>Solicitar a apresentação de evidência(s) para dar suporte a uma ideia expressa em um enunciado.</p> <p>Solicitar a avaliação da(s) evidência(s) usada(s), ou possível(is) de ser(em) usada(s), para dar suporte a uma ideia expressa em um enunciado.</p> <p>Encorajar a apresentação de justificativa(s).</p> <p>Apresentar e/ou enfatizar justificativa(s).</p> <p>Encorajar a construção de argumento(s) oral(is) e/ou escrito(s).</p> <p>Construir argumento(s).</p> <p>Encorajar a reflexão do(s) estudante(s) sobre seu(s) próprio(s) argumento(s) ou enunciado(s).</p> <p>Encorajar a elaboração de teoria(s) alternativa(s).</p> <p>Encorajar a elaboração de contra-argumento(s).</p> <p>Encorajar a elaboração de refutação(ões).</p> <p>Solicitar que outro grupo avalie a(s) justificativa(s) ou enunciado(s) apresentada(o)(s) pelo(s) colega(s).</p> <p>Avaliar enunciado(s) apresentado(s) pelo(s) estudante(s).</p> <p>Avaliar o processo argumentativo.</p>
Estrutura (E)	Ações do professor relacionadas ao ensino na dimensão conceitual de argumentação. Elas têm por objetivo contribuir para que estudantes compreendam os elementos básicos de um argumento (evidência, justificativa e conclusão), o significado das capacidades argumentativas (elaborar argumentos, teorias alternativas, contra-argumentos e refutações) e reflitam sobre os mesmos.	<p>Definir o conceito de evidência.</p> <p>Exemplificar o conceito de evidência.</p> <p>Enfatizar a importância ou o papel de evidência(s) na construção de argumento(s).</p> <p>Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de evidência(s) a partir da análise de dados.</p> <p>Definir o conceito de justificativa.</p> <p>Exemplificar o conceito de justificativa.</p> <p>Definir argumento.</p> <p>Definir o conceito de teoria alternativa.</p> <p>Exemplificar o conceito de teoria alternativa.</p> <p>Definir o conceito de contra-argumento.</p> <p>Exemplificar o conceito de contra-argumento.</p> <p>Definir o conceito de refutação.</p> <p>Exemplificar o conceito de refutação.</p>
Função (F)	Ações do professor relacionadas à compreensão das funções da argumentação: justificativa ou avaliação de afirmativas de conhecimento à luz das evidências disponíveis; ou persuasão de uma audiência.	<p>Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a avaliação de afirmativas de conhecimento à luz das evidências disponíveis.</p> <p>Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a elaboração de justificativas para afirmativas de conhecimento à luz das evidências disponíveis.</p> <p>Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre o processo argumentativo de persuadir uma audiência.</p> <p>Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de argumentos.</p> <p>Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de teoria alternativa.</p> <p>Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de contra-argumento.</p> <p>Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de refutação.</p>

Quadro 1. Ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação e seus temas relacionados (cont.).

Tema	Descrição do tema	Ações Favoráveis ao Ensino Envolvendo Argumentação
Suporte (S)	Ações do professor que dão suporte ou provêm condições para a ocorrência de argumentação.	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos estudantes.
		Solicitar que o(s) estudante(s) contraste(m) diferentes interpretações para suas ideias.
		Encorajar uma tomada de posicionamento.
		Solicitar a apresentação de hipótese(s) para o problema em discussão.
		Solicitar a apresentação de explicação(ões).
		Formular questão(ões) a partir de, ou retomar, a(s) ideia(s) de um (grupo de) estudante(s) com o intuito de envolver outros estudantes na discussão.
		Apontar as diferentes interpretações para a questão problema.
		Valorizar diferentes posicionamentos.
		Eleger a(s) melhor(es) explicação(ões) para a situação problema.
		Apresentar e/ou relacionar informação(ões) relevante(s) para a discussão.
		Formular explicação(ões).

Fonte: Adaptado de Ibraim (2018)

Trabalho com os dados

A coleta de dados ocorreu em uma turma de segundo ano do ensino médio durante o processo de ensino-aprendizagem de aspectos cinéticos envolvidos em reações químicas. A professora da turma, Ana², é mestre e doutora em Educação. Na época da coleta dos dados, ela tinha 12 anos de experiência no Ensino Básico e várias experiências em trabalhar com práticas científicas investigativas.

Os dados analisados se referem a uma discussão ocorrida em sala de aula sobre a queima de uma vela. Nesse contexto, uma estudante, Vitória, expressou a seguinte dúvida: “Eu fico pensando qual é o verdadeiro papel da parafina na vela, se é só para deixar o barbante em pé ou se é para não queimar tudo [retardar a queima da vela]”. Diante deste questionamento e do fato de os demais colegas não conseguirem formular uma resposta, Ana solicitou que os estudantes realizassem, em casa, um experimento envolvendo a queima de uma vela, ou, se possível, de duas velas com espessuras diferentes. Os dados aqui abordados se referem às discussões ocorridas em sala sobre as observações, hipóteses e conclusões formuladas pelos estudantes a partir do experimento realizado em casa. Essa discussão foi observada e registrada em vídeo pela primeira autora, sendo as falas dos estudantes e da professora transcritas integralmente de forma situada.

Para analisar os dados, produzimos um estudo de caso (Yin, 2001), porque nos dedicamos a investigar e interpretar uma situação particular. Especificamente, buscamos compreender como as AFEEA manifestadas por Ana podem ter contribuído para o envolvimento de seus estudantes na prática científica de argumentar. Para tal, inicialmente, foram identificados os eventos nos quais ocorreram situações argumentativas. Os eventos representam unidades de análise que dizem respeito à fala de Ana ou dos estudantes e aos diálogos entre ela e eles (Christodoulou e Osborne, 2014). Portanto, são situações que podem ajudar a caracterizar a

manifestação das ações da professora e o impacto dessas ações na argumentação dos estudantes. Por limitações de espaço, discutimos cinco dos eventos ocorridos na aula analisada. Eles foram escolhidos porque apresentam situações típicas de contextos regulares de ensino e possibilitam construir evidências sobre as diferentes contribuições das ações docentes para o envolvimento de estudantes em situações argumentativas neste tipo de contexto. Informações específicas sobre os contextos de cada um dos eventos são apresentadas junto com sua discussão.

De posse dos eventos, nos debruçamos no processo de análise visando à construção das evidências para nosso estudo. Para isso, caracterizamos as ações da professora segundo as AFEEA apresentadas no Quadro 1. Na sequência, analisamos o impacto da ação manifestada no envolvimento dos estudantes na prática de argumentar a partir dos referenciais teóricos discutidos neste trabalho (por exemplo, Duschl e Osborne, 2002; Norris *et al.*, 2008; Jiménez-Aleixandre, 2010; Osborne e Dillon, 2010). As análises foram realizadas pelas pesquisadoras de forma independente e, quando houve divergência, estas foram discutidas, respeitando os procedimentos de triangulação entre árbitros (Cohen *et al.*, 2011). Por fim, apresentamos e discutimos as evidências construídas a partir de (i) quadros contendo as transcrições dos eventos e a categorização das AFEEA e (ii) nossa interpretação à luz da literatura que fundamenta nossos argumentos sobre as contribuições das ações docentes para o engajamento dos estudantes na prática científica de argumentar.

Construção e discussão de evidências sobre as contribuições de AFEEA para o envolvimento de estudantes na prática científica de argumentar

Evento 1: A parafina desaparece?

O evento 1 (Quadro 2) ocorreu no início das discussões sobre o papel da parafina na queima da vela a partir das

Quadro 2. Transcrição da discussão sobre o desaparecimento da parafina.

Transcrição de falas	AFEEA manifestada pela professora
<p>Professora: Todo mundo fez o experimento queimando a vela. E aí, o que vocês observaram? [Alguns estudantes falaram que a parafina desapareceu, outros que ela havia diminuído]</p>	Encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias dos estudantes. (S)
<p>Professora: Algumas pessoas falaram que a parafina desaparece, diminui, se torna líquida. Vamos pensar nisso: desaparece, vocês concordam com essa ideia? Estudantes: Não.</p>	Encorajar uma tomada de posicionamento. (S)
<p>Professora: Por quê? Estudantes: Porque na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma... Professora: É por isso? Estudantes: Sim.</p>	Encorajar a apresentação de justificativa(s). (P)
<p>Professora: Pessoal, vocês fizeram lá a queima da vela. Uma coisa a gente pode concluir em relação à massa da vela: a massa do final é igual à massa do começo? Estudantes: Não. Professora: Vocês chagaram a ver a parafina derreter? Estudantes: Sim.</p>	Engajar o(s) estudante(s) no processo de análise de dado(s) tendo em vista a construção de evidência(s). (P)
<p>Professora: Ela derreteu. E o que aconteceu com o barbante? O barbante também ‘desapareceu’ [gesto de aspas feito com as mãos]. Vamos tentar entender o que é esse desaparecer. Porque tem possibilidades para ter acontecido, teve que ir para algum lugar essa parafina, foi para algum lugar esse barbante. Ou se não foi para algum lugar, virou alguma coisa. A gente tem que pensar nisso, o que estava acontecendo ali com a parafina, com o barbante. O Daniel falou que a parafina é inflamável, ele chegou à essa conclusão. Por que você pensou isso Daniel? Daniel: Porque se a massa inicial não for igual à massa final, ela também estava na reação, ela reagiu.</p>	Encorajar a apresentação de justificativa(s). (P)
<p>Professora: Ele acredita que ela participou da reação de combustão já que a massa final deu menor. Existe uma outra possibilidade de a gente interpretar isso? Alguém interpretou de uma outra forma? Breno: Será que não é a parafina, que seja outra coisa que tenha na parafina, que foi misturado na parafina, tipo um óleo, que ajuda a queima. Mas eu fico parando para pensar que antigamente as velas eram feitas de cera de abelha. Professora: Era isso mesmo. Breno: Será por que faz o mesmo efeito? Professora: Vamos pensar o que tem em comum. Outra interpretação aí, quem pensou algo diferente? Emília: Sobra um pouco [refere-se a parafina], porque acaba o pavio.</p>	Encorajar a elaboração de teoria(s) alternativa(s). (P)
<p>Professora: Se tivesse mais pavio, você acredita que toda parafina teria queimado? Emília: Se tivesse como continuar o fogo no resto de parafina. Professora: Com isso aí a gente já vai caminhando para uma outra conversa que é: o papel do barbante. A gente parou em um empasse, vocês lembram disso? Afinal, o barbante: ele é o combustível, ou ele só segura a chama? A parafina: é combustível? Ela queima? Ou ela só retarda a chama? O que acontece? Qual o papel de cada coisa ali?</p>	Encorajar uma tomada de posicionamento. (S)

Fonte: Os autores

observações e reflexões dos estudantes quando da realização do experimento em casa. Nesse evento, eles discutem com Ana sobre a possibilidade de a parafina ter “desaparecido”.

No Quadro 2, observamos que a professora manifestou a ação *encorajar a participação na discussão, a manifestação das ideias* dos estudantes como um convite para eles apresentarem suas observações a partir do experimento. Ao relatarem suas observações, alguns estudantes apontaram a possibilidade de a parafina ter desaparecido. A ideia de desaparecimento da matéria durante as transformações químicas é uma concepção alternativa resultante da transposição de observações macroscópicas para o nível submicroscópico

(Rosa e Schnetzler, 1998) e, portanto, pode impactar no processo de avaliação e construção das afirmativas científicas.

Diante disso, a ação de *encorajar uma tomada de posicionamento* foi manifestada pela professora com a intenção de sondar se os estudantes de fato consideravam o desaparecimento da parafina, ou se utilizaram o termo como um modo geral de se expressar. Essa intenção ficou mais evidente no segundo questionamento da professora, quando ela encorajou os estudantes a apresentar justificativas, de forma que ela tivesse acesso à parte de seus conhecimentos científicos sobre transformações químicas. Ao encorajá-los a apresentar suas justificativas, a professora começou a

introduzi-los na discussão sobre o que eles sabem sobre a queima da vela e sobre quais são as razões para invalidar a hipótese de desaparecimento da parafina. Portanto, a solicitação de apresentação de justificativa trouxe uma mudança para o discurso em sala, que no início era do tipo interativo dialógico, envolvendo diferentes pontos de vistas e sujeitos (Mortimer e Scott, 2003) e passou a ser do tipo interativo de autoridade, pois houve um direcionamento para que as discussões sobre a hipótese, “desaparecimento da parafina”, fosse feita à luz dos conhecimentos científicos.

Essa mudança de discurso foi compreendida pelos estudantes, porque eles trouxeram como justificativa para seus posicionamentos um enunciado científico (da lei de Lavoisier) que, naquele contexto, representava um argumento de autoridade (Jiménez-Aleixandre, 2010), uma vez que as razões para se acreditar que a parafina não desaparece na reação não foram mencionadas. Nesse sentido, Ana buscou conduzir os estudantes no processo de análise de dados, de forma que eles pudessem construir evidências que dessem suporte para a conclusão de que a parafina não desaparece no processo. A ação *engajar o(s) estudante(s) no processo de análise de dado(s) tendo em vista a construção de evidência(s)* contribuiu para o envolvimento dos mesmos na prática de argumentar, porque ela dirigiu a atenção deles para as relações entre as observações realizadas, as possibilidades de interpretá-las e as conclusões formuladas.

Outra contribuição da AFEEA relacionada à justificativa manifestada pela professora, diz respeito à retomada da ideia de Daniel (que havia sido apresentada na aula anterior quando os estudantes levantaram hipóteses sobre a queima da vela) e à solicitação de que ele justificasse sua conclusão.

Embora a conclusão de Daniel estivesse correta, a professora insistiu na necessidade de ela ser justificada, tal como ocorre na Ciência. Analisando o Quadro 2, percebemos que mesmo frente à solicitação da professora, Daniel não elaborou uma justificativa, o que envolveria apresentar uma razão baseada em modelos científicos. Ao invés disso, ele apresentou uma hipótese baseada no raciocínio científico do tipo *se/então* (Carvalho, 2013): se a parafina não pode desaparecer e as massas são diferentes, então ela participa da reação.

Visando favorecer a discussão das ideias, a professora manifestou a ação *encorajar a elaboração de teoria(s) alternativa(s)*, que tem a intenção de favorecer que os estudantes apresentem outras possibilidades de explicação para um dado (no caso, a diminuição da massa de parafina). Kuhn (1993) aponta a habilidade de elaborar teorias alternativas como uma habilidade expressa por um mesmo sujeito, o que significa uma pessoa elaborar diferentes teorias a partir de um mesmo conjunto de dados. No caso da sala de aula, consideramos que a elaboração de teorias alternativas pode acontecer no coletivo, pois os estudantes podem se apropriar de dados apresentados pelos colegas e elaborar outras explicações

para eles. Assim, consideramos que solicitar a apresentação de outra interpretação para algum dado pode contribuir para que os estudantes deem atenção às ideias dos colegas.

A solicitação de elaboração de teorias alternativas não foi compreendida pelos estudantes igualmente. Diferente do que foi feito por Breno, Emília não apresentou uma teoria alternativa, porque ignorou o dado sobre as massas. Em contrapartida, ela trouxe uma nova observação para a discussão (ao final da queima ainda há parafina e não há barbante), levantando a hipótese de que toda a parafina seria queimada se houvesse mais barbante. Diante disso, Ana pareceu reconhecer que houve um desvio na discussão, pois as atenções não estavam mais centradas apenas no papel da parafina no sistema. Assim, mais uma vez, ela provocou os estudantes a assumir posicionamentos relacionados ao foco da discussão.

Diante dessas discussões, apontamos a importância das ações do tipo *suporte* no início de uma discussão, de forma a contribuir para que os estudantes se sintam mais à vontade para participar da construção dos conhecimentos, uma vez que eles falam sobre algo que sabem, suas observações e experiências com o fenômeno (Kuhn, 2005). Além disso, os movimentos realizados pela professora a partir de ações de *suporte* para ações de *processo* contribuem para que os estudantes regulem seus processos de aprendizagem, uma vez que eles podem sentir que ainda não possuem clareza sobre as conclusões formuladas (Jiménez-Aleixandre, 2010).

No caso da sala de aula, consideramos que a elaboração de teorias alternativas pode acontecer no coletivo, pois os estudantes podem se apropriar de dados apresentados pelos colegas e elaborar outras explicações para eles.

Evento 2: A espera da resposta certa

O evento 2 (Quadro 3) diz respeito ao relato dos estudantes sobre o que eles haviam observado ao realizar o experimento em casa. Tal evento foi motivado pelos questionamentos da professora sobre o papel da parafina e do

barbante no sistema (final do Quadro 2).

A partir do relato de Daniel, os estudantes tinham uma evidência específica de que a parafina era inflamável (Quadro 3). Segundo Jiménez-Aleixandre (2010), evidências específicas são aquelas que estão diretamente alinhadas às conclusões, possibilitando uma menor variedade de interpretações. A especificidade da evidência foi ressaltada pela professora quando ela destacou que “não tinha pavio, não tinha chama na vela”, portanto, apesar da ausência do pavio, a parafina entra em combustão quando em contato com a chama do fogão. A partir disso, Ana explicitamente engajou os estudantes em um processo reflexivo sobre a construção de evidências a partir da análise de dados.

A falta de consenso entre os estudantes indica que alguns não consideravam ou não percebiam os dados discutidos como evidências para a conclusão de que a parafina é inflamável. Assim, eles relataram suas observações e apresentaram hipóteses sem dar atenção ao conhecimento científico que poderia justificar o que foi observado por eles. Por isso, frente ao relato de Gustavo, Ana solicitou que ele justificasse o ocorrido por meio de uma ação do tema *processo*,

Quadro 3. Transcrição da discussão sobre as observações realizadas pelos estudantes.

Transcrição de falas	AFEEA manifestada pela professora
<p>Daniel: Eu parti a vela no meio, aí para pegar o barbante de novo eu tive que queimar um pouco, eu queimei no fogão, aí quando coloquei fez...[imitou o barulho de labaredas].</p> <p>Professora: Olhe só, ele pegou a vela, colocou no fogão, não tinha pavio, não tinha chama na vela, mas a chama do fogão chegando ali na parafina, deu uma chama. Bom pessoal, a gente tem que chegar nessa conclusão: se vai ser inflamável ou se não vai ser. Essa evidência do Daniel, isso aí, vocês acreditam que é uma evidência de que a parafina está queimando?</p> <p>[Os estudantes pareceram confusos, alguns disseram que sim e outros que não.]</p> <p>Gustavo: Uma das coisas que eu observei foi que eu peguei um palito de fósforo, depois que ele já estava queimado, e fiquei passando na parafina que estava líquida. Ai depois quando eu coloquei no fogo de novo, eu balançava e o fogo demorava apagar.</p> <p>Professora: O fósforo já queimado?</p> <p>Gustavo: Já queimado. Continuou pegando fogo e demorava mais para apagar do que se eu fizesse isso com fósforo normal.</p>	Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de evidência(s) a partir da análise de dados. (E)
<p>Professora: E como você explica isso Gustavo?</p> <p>Gustavo: Acho que é a combustão da parafina.</p> <p>Professora: Também a parafina pegando fogo.</p> <p>Vitória: Acho que também tem aquilo que a gente falou na outra aula, tem alguma coisa na parafina que retarda a queima.</p>	Encorajar a apresentação de justificativa(s). (P)
<p>Professora: Pessoal, vocês já conseguem chegar a alguma conclusão, se a parafina queima ou não queima?</p> <p>Vitória: Não. A gente estava esperando você falar.</p> <p>Professora: Ah! Eu que tenho que dar a resposta.</p>	Encorajar a construção de argumento(s) oral(is) e/ou escrito(s). (P)

Fonte: Os autores

contribuindo para que os estudantes se engajassem na prática científica de analisar os dados à luz dos conhecimentos científicos (Jiménez-Aleixandre, 2010). Destacamos que apesar de Ana utilizar o verbo explicar, sua ação foi interpretada como *encorajar a apresentação de justificativa(s)*, porque ela buscava a relação dos dados com a conclusão.

Em resumo, as respostas dos estudantes frente às ações da professora (Quadro 3) demonstram que eles tiveram dificuldades de se envolver no processo argumentativo. Parte dessa dificuldade pode estar associada à crença, expressa por Vitória, de que cabe ao professor elaborar as conclusões sobre as questões investigadas, isto é, as afirmativas científicas. Além disso, essa dificuldade também pode estar associada à falta de experiências em assumir responsabilidades sobre a produção de conhecimento em sala de aula, pois, em geral, há pouco espaço para que estudantes desempenhem tal papel (Henderson *et al.*, 2018).

Evento 3: Analisando os dados teóricos

No evento 2 (Quadro 3), observamos que os estudantes tinham a expectativa de que a professora elaborasse a resposta para a questão em discussão. Além disso, apesar de terem trabalhado com os dados e terem se engajado no processo de construção de evidências, parece que eles ainda não se sentiam capazes de formular um argumento para o problema. Ana pareceu reconhecer que eles precisavam de mais informações para que fossem capazes de formular seus argumentos sobre o fenômeno investigado. O evento 3 (Quadro 4) apresenta a discussão sobre as novas informações apresentadas pela professora.

As informações apresentadas por Ana se relacionavam à constituição da parafina e poderiam ser usadas como evidências sobre sua queima. Na Ciência, durante a investigação de um fenômeno, os cientistas recorrem à literatura para obter mais informações sobre as substâncias envolvidas (Williams, 2011). No ensino, uma atitude similar exige conhecimentos sobre como conduzir uma investigação científica, o que pode estar além das habilidades dos estudantes. Daí emerge a relevância da ação da professora, uma vez que ela forneceu informações aos estudantes, mas sem dar a resposta final. Por isto consideramos que sua ação se aproximou da, ou teve um efeito similar à, consulta a dados da literatura.

Para que as informações apresentadas pudessem ser utilizadas pelos estudantes como evidência, a professora os envolveu no processo de análise de dados visando à construção das evidências, o que foi feito a partir de questionamentos sobre as características de hidrocarbonetos. Assim, mais uma vez, a professora não formulou a resposta. Ao invés disto, suas ações conduziram os estudantes no processo de análise, indicando a eles como um dado pode ser transformado em evidência, isto é, como informações podem ser usadas para sustentar respostas à questão problema. Desse modo, ela contribuiu para o envolvimento dos estudantes na prática científica de argumentar ao encorajá-los a validar afirmativas científicas a partir da análise das evidências disponíveis.

Evento 4 : Analisando os dados empíricos

O evento 4 se refere à retomada da discussão sobre o papel do barbante no sistema, isto é, sobre se ele também é

Quadro 4. Transcrição da discussão sobre os dados teóricos apresentados pela professora.

Transcrição de falas	AFEEA manifestada pela professora
<p>Professora: Essa vela, o Breno disse bem, em roça era normal o pessoal usar cera de abelha para fazer vela. E não só cera de abelha. Não se usava vela necessariamente, se usava lamparina, lampião a óleo, queimando óleo, coloca ele em um pedaço de pano, barbante enrolado.</p> <p>Essa vela tem uma constituição. A gente está falando dessa que a gente compra. Essa vela é constituída de parafina, que não é uma substância, ela é um material, porque a parafina não é pura, ela é uma mistura e tem ali várias substâncias. O principal constituinte da parafina é o que nós conhecemos como icosano, que é uma substância com 20 carbonos em cada molécula.</p>	<p>Apresentar ou destacar dado(s) que pode(m) ser usado(s) como evidência(s). (P)</p>
<p>Professora: Nós já vimos outras moléculas que tenham só carbono e hidrogênio? CH_4 já vimos esse ano? Metano. Lembraram agora? Nós já trabalhamos com ele esse ano. Além do metano, nós já trabalhamos com dois carbonos, lembram? Etano. Essas substâncias, todas que nós já vimos em algum momento desse ano, são substâncias constituídas por carbono e hidrogênio. Por isso nos damos um nome para elas de hidrocarbonetos. Essas substâncias que compõe a parafina também são hidrocarbonetos. Os hidrocarbonetos que nós já estudamos, metano, etano, propano, butano... para que eles servem?</p> <p>Vitória: Combustão.</p> <p>Daniel: São inflamáveis.</p> <p>Professora: São utilizados como gases combustíveis. Por analogia, se aqueles hidrocarbonetos queimam, será que os hidrocarbonetos da vela irão queimar? É bem possível que eles queimem também. Se um hidrocarboneto queima, ele vai reagir com quem?</p> <p>Estudantes: Com o oxigênio.</p>	<p>Engajar o(s) estudante(s) no processo de análise de dado(s) tendo em vista a construção de evidência(s). (P)</p>

Fonte: Os autores.

um combustível na reação. Diferente do que havia sido feito no início da aula (Quadro 2), quando Ana buscou sondar as ideias dos estudantes sobre suas observações, nesse caso, ela enfatizou a necessidade de buscar um fechamento para a discussão, a construção de um argumento, como mostrado no Quadro 5.

No início deste evento, a professora enfatizou a importância de evidências na construção de argumentos ao informar aos estudantes que eles estavam buscando uma conclusão sobre o papel da parafina e do barbante na queima da vela.

Além disto, ela destacou os dados coletados por Emília como específicos para concluir que a parafina é um combustível na reação.

Na sequência, buscando novos dados que pudessem ser usados como evidências, Ana direcionou a discussão para o experimento envolvendo a queima de velas de espessuras diferentes. A partir disso, ela envolveu os estudantes em um novo processo de análise de dados visando à construção de evidências ao direcionar a atenção deles para as relações entre espessura das velas e de seus pavios e tempo de queima de cada uma delas.

Nesse caso, além de engajar os estudantes na prática científica de construir evidências, Ana contribuiu para a ocorrência de reflexões sobre como construir evidências mais específicas a partir do controle das variáveis. Isto porque ela

ressaltou que o fato de o experimento realizado por João envolver velas e pavios com espessuras diferentes resultou em o dado gerado ser menos confiável do que o encontrado por Letícia, que trabalhou apenas com a variável quantidade de parafina na vela. Diante disso, apontamos que o envolvimento na prática de argumentar também contribuiu para que os estudantes se engajassem em reflexões sobre a condução de experimentos científicos. Nesse caso, também fica evidente que a professora contribuiu para que os estudantes refletissem sobre a transformação dos dados em evidências.

[...] além de engajar os estudantes na prática científica de construir evidências, Ana contribuiu para a ocorrência de reflexões sobre como construir evidências mais específicas a partir do controle das variáveis. Isto porque ela ressaltou que o fato de o experimento realizado por João envolver velas e pavios com espessuras diferentes resultou em o dado gerado ser menos confiável do que o encontrado por Letícia, que trabalhou apenas com a variável quantidade de parafina na vela.

Evento 5: Construindo um argumento científico

O episódio 5 se refere ao encerramento da discussão sobre a queima da vela e ocorreu após a discussão de todas as evidências construídas a partir de dados teóricos (Quadro 4) e empíricos (Quadro 5), de os estudantes terem concluído que a parafina é inflamável, e que ela e o barbante são combustíveis da reação.

A professora iniciou o fechamento da discussão retomando todas as hipóteses que foram levantadas e destacando as razões que fizeram com que elas fossem abandonadas. Ao fazer isso, Ana engajou os estudantes em um processo reflexivo sobre a avaliação de afirmativas de conhecimento à luz das evidências disponíveis, isto é, ela enfatizou as evidências utilizadas para invalidar as hipóteses, o que está alinhado à

Quadro 5. Transcrição da discussão sobre os dados empíricos apresentados pelos estudantes.

Transcrição de falas	AFEEA manifestada pela professora
<p>Professora: Para a gente pensar então, chegar uma conclusão se a parafina queima ou não queima, se aquela reação que está ali [refere-se à equação escrita no quadro] procede ou não, vamos ouvir a Emília. Ela fez um experimento no qual, além de queimar a vela, ela usou uma balança. Quais foram os resultados?</p> <p>Emília: A vela mais o pirex deu 112g e, depois do processo de queima, deu 98g.</p> <p>Professora: Antes de queimar a vela deu 112g e, depois deu 98g. Então, é aquela evidência que a gente já tinha visualmente, ela constatou aquilo ali pela massa. A massa do sistema, o que aconteceu com ela?</p> <p>Estudantes: Diminuiu.</p>	<p>Enfatizar a importância ou o papel de evidência(s) na construção de argumento(s). (E)</p>
<p>Professora: Teve gente que fez a queima com duas velas de espessuras diferentes. Conta para a gente o que você observou?</p> <p>João: Eu observei que a massa das duas são diferentes...</p> <p>Vitória: Uma demorou mais para queimar que a outra?</p> <p>João: A que era maior demorou mais tempo do que a menor.</p> <p>Professora: Ele colocou uma vela mais grossa e uma vela mais fina. Qual queimou primeiro?</p> <p>João: A mais fina.</p> <p>Professora: E o pavio delas, você comparou? Eles eram diferentes?</p> <p>João: A grossura era. A da mais grossa, era bem mais grosso o pavio.</p> <p>Professora: Mais alguém fez com duas velas?</p> <p>Letícia: O tamanho das velas era igual, só que uma era mais fina e a outra era mais grossa, e a mais fina queimou mais rápido.</p> <p>Professora: E o pavio delas, era igual?</p> <p>Letícia: Sim.</p> <p>Professora: Olha só, no caso da vela do João nós temos duas variáveis para analisar, porque uma vela era mais grossa do que a outra, mas o pavio também era diferente. Aí no caso da Letícia, ela pegou duas velas de espessuras diferente, uma vela grossa e uma vela fina, só que o pavio era igual.</p>	<p>Engajar o(s) estudante(s) no processo de análise de dado(s) tendo em vista a construção de evidência(s). (P)</p>

Fonte: Os autores

argumentação desenvolvida na Ciência (Norris *et al.*, 2008). Ainda neste processo de avaliação das afirmativas, Ana retomou o experimento realizado pelos estudantes envolvendo o palito de fósforo, destacando que os dados coletados por eles representavam evidências de que a parafina é inflamável e de que ela é o principal reagente na queima. Na sequência, ela explicitou que todas as evidências sustentavam o argumento de que a parafina é um combustível da reação, e não um elemento estruturante da vela, como eles haviam pensado no início. Portanto, a professora enfatizou as razões para se acreditar na conclusão de que a parafina é inflamável, algo que havia sido mencionado por Daniel no início da discussão (Quadro 2), porém sem fundamentação.

Além disso, Ana ainda retomou a questão relacionada ao papel do barbante na vela, afirmando que ele também é um combustível da reação. Nesse momento, ela buscou engajar os estudantes em um processo reflexivo sobre a construção de argumentos a partir do questionamento sobre a impossibilidade de se fabricar uma vela apenas com parafina. Apesar do incentivo da professora, Catarina apresentou apenas uma justificativa, não expressando qualquer relação entre evidências e conclusão, o que contribuiria para a construção de um argumento. Isto pode ter ocorrido por ela ter considerado que todos, inclusive a professora, conheciam as evidências e a conclusão em discussão, bastando, assim, apresentar a razão para tal impossibilidade.

Encerrando a discussão, Ana reuniu todas as evidências e hipóteses levantadas pelos estudantes e discutidas, acrescentando a informação de que a parafina entra em combustão no estado vapor, e explicando o que acontece durante o fenômeno de queima da vela. As últimas respostas dos estudantes aos questionamentos da professora demonstram que eles conseguiram compreender o fenômeno de queima da vela.

Construção dos nossos argumentos

Finalizando o processo argumentativo desenvolvido ao longo desse trabalho, concluímos, com base na literatura que aponta características sobre a prática científica de argumentar (Duschl e Osborne, 2002; Norris *et al.*, 2008; Jiménez-Aleixandre, 2010; Williams, 2011), que as AFEEA manifestadas pela professora em uma situação regular de ensino contribuíram para o envolvimento de estudantes na prática científica de argumentar a partir: do trabalho com evidências, tanto na construção das mesmas quanto na avaliação de afirmativas científicas; da solicitação de apresentação de justificativas para as afirmativas formuladas, demonstrando a necessidade de estas serem justificadas frente aos conhecimentos teóricos vigentes; e da reflexão sobre a avaliação de afirmativas científicas à luz dos conhecimentos e evidências disponíveis.

Quadro 6. Transcrição do fechamento da discussão sobre a queima da vela.

Transcrição de falas	AFEEA manifestada pela professora
<p>Professora: Quando a gente trabalha com todas essas evidências, a gente reúne todas elas, é claro que a gente tinha a possibilidade de a parafina estar evaporando, só evaporando. Mas se a parafina só evapora e ela não queima, se ela não está queimando, era para produzir o mesmo tanto de energia de que só o barbante. Se fosse só barbante queimando, a parafina ia estar ali só para retardar um pouquinho a chama. Mas, no fim das contas, o tanto de energia, o tanto de luz que é produzida, ia ser o mesmo (com) só o barbante e a vela. E principalmente no caso do experimento que a Leticia fez, se eu tenho que é o barbante que queima, e nos dois casos eu tenho parafina, para que eu vou ter uma vela mais grossa ou mais fina se a grossura do barbante é a mesma? E a vela com maior espessura, mesmo tendo o mesmo tipo de barbante dentro, demorou mais tempo para queimar.</p> <p>Se a gente considerar que estava queimando o mesmo tanto de barbante em uma e em outra, por que a mais grossa durou mais?</p> <p>Porque o que a gente está tendo é o processo de queima da parafina.</p>	<p>Engajar o(s) aluno(s) em um processo reflexivo sobre a avaliação de afirmativas de conhecimento à luz das evidências disponíveis. (F)</p>
<p>Professora: Os experimentos que o Daniel e o Gustavo fizeram, são muito bons para a gente ver isso. Você colocar a vela na chama, sem o pavio, e ainda sim, você vê labaredas subindo, é uma evidência bem forte de que o que está pegando fogo é a parafina. Passar o palito de fósforo já queimado, passar na parafina e depois passar na chama, e o palito pegar fogo de novo, é uma evidência muito forte de que é parafina que queima. Então, tudo isso que está sendo indicado, está mostrando que, na vela, o principal combustível é a parafina. Aí eu pergunto para vocês: e o pavio, também é combustível?</p> <p>Estudantes: É</p> <p>Professora: Ele queima também, né?</p> <p>Vitória: É ele que vai por fogo na vela. Então, a gente inverteu a história, o principal é a parafina e não o barbante.</p>	<p>Exemplificar o conceito de evidência. (E)</p>
<p>Professora: Isso! O combustível principal é a parafina. O barbante queima também, portanto ele também é combustível. Mas por que se você pegar um toco de parafina, sem pavio, por que você não consegue fazer uma vela com ele?</p> <p>Catarina: Porque precisa do barbante para segurar a chama.</p> <p>Professora: Conduzir a chama.</p> <p>Catarina: Igual quando você queima o barbante, não vai acontecer nada porque não tem a parafina.</p>	<p>Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de argumentos. (E)</p>
<p>Professora: É, ele queima, ele é pouco combustível, para manter a chama. Pessoal, o que acontece é que para a parafina queimar, ela tem que estar no estado gasoso, ela tem que atingir uma temperatura mais alta para queimar. Então, você precisa de uma energia ali, para poder fazer com que essa parafina comece a vaporizar, ela tem que passar para o estado gasoso. E nisso, quando vai formando vapor de parafina, esse vapor de parafina queima.</p>	<p>Formular explicação(ões). (S)</p>

Fonte: Os autores

Tais aspectos estão diretamente relacionadas ao como os estudantes interpretam os comandos da professora, pois observamos que, em alguns casos, eles respondiam de forma diferente do que havia sido solicitado por Ana. Além disso, a falta de conhecimentos sobre a questão em discussão pode ter influenciado a participação dos estudantes na prática de argumentar visto que, em alguns momentos, a argumentação deles foi comprometida pela falta de conhecimentos ou informações que pudessem ser usadas para fundamentar interpretações ou auxiliar na construção de evidências.

Considerando as evidências construídas e discutidas neste trabalho, apontamos que, ao longo do processo de ensino, as AFEEA contribuíram de formas diferentes para o engajamento dos estudantes na prática científica de argumentar. No início da discussão, identificamos a manifestação de ações do tema *suporte*, o que significa que as contribuições estão

relacionadas à criação de oportunidades para os estudantes se envolverem no processo argumentativo. Assim, as ações de Ana sinalizavam que a discussão estava em aberto e que as conclusões seriam construídas a partir do debate. Nesse sentido, destacamos que o tema *suporte* se diferencia da ideia de plano pragmático discutida por Chiaro e Leitão (2005), porque o objetivo dessas ações não é fomentar as divergências sobre o tema, mas conhecer as ideias dos estudantes de forma que elas integrem o processo de ensino, sendo também objeto de estudo durante o processo de avaliação de afirmativas científicas frente às evidências.

Ações do tema *processo* foram manifestadas pela professora principalmente durante discussões sobre as conclusões formuladas, envolvendo o trabalho com dados visando à construção de evidências; e na mobilização de modelos teóricos para fundamentar as interpretações dos dados e

para expressar suas relações com a conclusão. Assim, concluímos que as contribuições das ações do tema *processo* estão alinhadas ao envolvimento dos estudantes com a argumentação desenvolvida durante a etapa de produção de conhecimentos científicos e, portanto, elas podem favorecer o processo de ensino-aprendizagem na medida em que eles têm oportunidade de aprender tanto sobre as afirmativas de conhecimento quando sobre as razões para confiar em tais afirmativas (Duschl e Osborne, 2002).

As ações dos temas *estrutura* e *função* foram manifestadas por Ana apenas ao final da discussão da questão problema, quando os estudantes haviam formulado suas conclusões. A partir desta constatação, sinalizamos que as contribuições de ações desses temas estão relacionadas à argumentação desenvolvida nas etapas de comunicação e validação do conhecimento, pois elas envolvem reflexões sobre a consistência da argumentação frente à análise dos elementos da argumentação, assim como sobre as intenções para o processo argumentativo ocorrido.

Diante dessas considerações, destacamos que as AFEEA manifestadas por Ana contribuíram para o envolvimento dos estudantes na prática científica de argumentar de forma implícita, pois não foram realizadas discussões explícitas sobre a argumentação na Ciência, os significados dos elementos presentes na argumentação, e/ou os objetivos atrelados ao processo argumentativo. Entretanto, e considerando os resultados deste estudo, ressaltamos que, no contexto de sala de aula, a prática de argumentar tende a ser favorecida a partir da abordagem de ensino por investigação, na qual os estudantes têm a oportunidade de trabalhar com dados visando à construção de evidências, de elaborar e testar hipóteses, mobilizar justificativas teóricas para dar suporte as evidências e conclusões etc. (Sasseron, 2015). Por outro lado, discussões sobre a estrutura dos argumentos, bem como sobre a relação destes com os processos argumentativos podem demandar a criação de situações de ensino específicas sobre argumentação como, por exemplo, engajar os estudantes em discussões e reflexões sobre a construção de argumentos e critérios para avaliar os processos argumentativos relacionados ao desenvolvimento de um júri simulado.

Por fim, frente ao processo argumentativo desenvolvido neste trabalho, em especial, a partir da caracterização das AFEEA manifestadas pela professora, esperamos contribuir para que professores de Química se sintam aptos e confortáveis em fomentar a prática científica de argumentar em suas salas de aulas. Isto porque professores podem identificar algumas de suas ações no conjunto de AFEEA apresentado no Quadro 1 e podem tentar torná-las mais efetivas e frequentes em sua prática. Além disso, as discussões dos eventos podem contribuir para que professores percebam como a prática de argumentar pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem e como as ações de Ana se aproximam ou se distanciam de suas práticas. Assim, professores podem repensar suas práticas, ou a maneira como conduzem discussões em sala, tornando suas ações realizadas intuitivamente em ações realizadas conscientemente e intencionalmente (Orofino e

Trivelato, 2015), de forma a favorecer o engajamento dos estudantes na prática científica de argumentar.

Nota

¹ Ao longo do texto, utilizamos itálico para destacar o nome das AFEEA e seus temas.

² Seguindo os princípios éticos de pesquisas com seres humanos, todos os nomes são fictícios.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelos auxílios financeiros.

Stefannie Sá Ibraim (stefannieibraim@ufmg.br), licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto, mestre e doutora em Educação em Ciências pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. É professora adjunto da Universidade Federal de Minas Gerais na área de Educação Química no Departamento de Química. Belo Horizonte, MG - BR. **Rosária Justi** (rjusti@ufmg.br), bacharel e licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas e doutora em Educação em Ciências pela Universidade de Reading (Inglaterra), tendo também realizado estágios de pós-doutorado na Universidade de Leiden (Holanda) e na Universidade de Bristol (Inglaterra). É professora titular da Universidade Federal de Minas Gerais na área de Educação Química no Departamento de Química. Belo Horizonte, MG - BR.

Referências

- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRAVO TORIJA, B.; e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. ¿Salmones o sardinas? A teaching sequence to promote the use of evidence and argumentation about ecology. *Alambique*, v. 63, p. 19-25, 2010.
- CHIARO, S. D.; e LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 18, n. 3, p. 350-357, 2005.
- CHRISTODOULOU, A.; e OSBORNE, J. The science classroom as a site of epistemic talk: a case study of a teacher's attempts to teach science based on argument. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 51, n. 10, p. 1275-1300, 2014.
- COHEN, L.; MANION, L.; e MORRISON, K. *Research Methods in Education*. 7th. New York: Routledge, 2011.
- DFE. Key stages 3 and 4 framework document Curriculum in England In: (Ed.). *National Curriculum in England*. London: Department for Education, 2014. p.1-93.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; e OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.
- DUSCHL, R. A.; e OSBORNE, J. Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, v. 38, n. 1, p. 39-72, 2002.
- FERRAZ, A. T.; e SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor

para promover argumentação em aulas investigativas. *Ensaio: Pesquisa e Educação em Ciências*, v. 19, p. 1-25, 2017.

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

IBRAIM, S. S. *Caracterização de Ações Docentes Favoráveis ao Ensino de Ciências Envolvendo Argumentação*, 2018. Tese de Doutorado Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

IBRAIM, S. S.; e JUSTI, R. Influências de um ensino explícito de argumentação no desenvolvimento dos conhecimentos docentes de licenciandos em química. *Ciência & Educação*, v. 23, n. 4, p. 995-1015, 2017.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó, 2010. 200.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; e ERDURAN, S. Argumentation in science education: An overview. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer, 2008. p.3-27.

KUHN, D. *The Skills of Argument*. New York: Cambridge University, 1991. 319.

_____. Science as argument: implications for teaching and learning science thinking. *Science Education*, v. 77, n. 3, p. 319-337, 1993.

_____. *Education for thinking*. Cambridge: Harvard University Press, 2005.

LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In: LEITÃO, S. e DAMIANOVIC, M. C. (Ed.). *Argumentação na Escola: O Conhecimento em Construção*. Campinas: Pontes Editores, 2011.

LONGINO, H. E. *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*. New Jersey: Princeton, 1990.

LOURENÇO, A. B.; FERREIRA, J., Q.; e QUEIROZ, S. L. Licenciandos em química e argumentação científica: tendências nas ações discursivas em sala de aula. *Química Nova*, v. 39, n. 4, p. 513-521, 2016.

LOURENÇO, A. B.; e QUEIROZ, S. L. Argumentação em aulas de química: estratégia de ensino em destaque. *Química Nova*, v. 43, n. 9, p. 1333-1343, 2020.

MCNEILL, K. L. et al. Factors impacting teachers' argumentation instruction in their science classrooms. *International Journal of Science Education*, v. 38, n. 12, p. 2026-2046, 2016.

MORK, S. M. Argumentation in science lessons: focusing on the teacher's role. *Nordic Studies in Science Education*, v. 1, n. 1, p. 17-30, 2005.

MORTIMER, E. F.; e SCOTT, P. H. *Meaning Making in*

Secondary Science Classrooms. Philadelphia: Open University Press, 2003.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M.; e OSBORNE, J. F. Scientific inquiry: the place of interpretation and argumentation. In: LUFT, J.; BELL, R. L., et al (Ed.). *Science as Inquiry in the Secondary Setting*. Arlington: National Science Teachers Association, 2008. p.87-98.

NRC. *A Framework For K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2012.

OROFINO, R. P.; e TRIVELATO, S. L. F. Argumentação em aulas de genética. *Genética na Escola*, v. 10, n. 2, p. 118-131, 2015.

OSBORNE, J. Defining a knowledge base for reasoning in science: The role of procedural and epistemic knowledge. In: DUSCHL, R. A., & BISMARCK, A.S. (Ed.). *Reconceptualizing STEM Education: the central role of practice*. New York: Routledge, 2016. p.215-231.

OSBORNE, J.; e DILLON, J. How science works: what is the nature of scientific reasoning and what do we know about students' understanding? In: OSBORNE, J. e DILLON, J. (Ed.). *Good Practice in Science Teaching: what research has to say*. New York: Openup, 2010. p.20-46.

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

ROSA, M. I. F. P.; e SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, v. 8, n. 31-35, 1998.

SÁ, L. P.; e QUEIROZ, A. S. Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. *Ensaio*, v. 23, n. 2, p. 13-30, 2011.

SAMPSON, V. et al. Writing to learning to write during the school science laboratory: helping middle and high school student develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, v. 97, n. 5, p. 643-670, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio*, v. 17, p. 46-67, 2015.

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

WILLIAMS, J. D. *How Science Works: Teaching and Learning in the Science Classroom*. New York: Continuum, 2011.

YIN, R. K. *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Abstract: Contributions of actions that may support argumentation-based teaching to students' involvement in the scientific practice of arguing. The Common National Curricular Basis points out the development of the ability to argue as one of the aims of the basic education. This is related to opportunities that a teacher can provide to students to participate in argumentative situations in science classes. In this study, we investigate how teacher's actions can support the involvement of students in argumentative processes related to the production of knowledge. In order to do so, we observed and video-recorded a Chemistry class in which the teacher and the students discussed the candle burning experiment. Based on the Actions that Encourage Argumentation-based Teaching, we characterize the teacher's actions and discuss their contributions to student engagement in argumentation. We conclude that the teacher's actions contributed mainly to students participation in discussions and to their reflections on both the construction of evidence and the validity of scientific statements.

Keywords: argumentation, scientific practices, teachers' actions