

Interações Argumentativas no Ensino de Química a partir de um texto histórico

Tatiana C. Ramos, Paula C. C. Mendonça e Nilmara B. Mozzer

Neste artigo avaliamos como um texto histórico sobre a teoria das misturas gasosas proposta por Dalton poderia auxiliar estudantes de Química do 1º ano do ensino médio no envolvimento em interações argumentativas. Para tanto, nos apoiamos nos pressupostos da abordagem qualitativa da pesquisa educacional. A interação argumentativa foi caracterizada a partir das ideias de Baker. O texto histórico foi elaborado pelas pesquisadoras com base no caso histórico sobre a teoria das misturas gasosas. A interação argumentativa analisada se situa em uma aula de 50 minutos, na qual os estudantes foram solicitados a avaliar um modelo sobre a disposição dos gases na atmosfera, desenvolvido e avaliado por eles a partir das informações contidas no texto histórico. Constatamos que o texto auxiliou os estudantes na exposição e justificação de seus argumentos, atingindo o *status* de ferramenta epistêmica. Recomendamos o uso de textos históricos para problematizar discussões argumentativas sobre temas científicos.

► argumentação, história da ciência, teoria das misturas gasosas ◀

Recebido em 04/09/2020, aceito em 06/12/2020

51

O contexto da pandemia do novo coronavírus tornou evidente que a população brasileira, de um modo geral, apresenta sérias limitações na análise de informações de cunho científico veiculadas pela mídia. Por exemplo, o biólogo e divulgador da Ciência, Atila Iamarino, em seu canal do *YouTube*, tem apresentado importantes informações epidemiológicas sobre a pandemia para a população. Contudo, tem sido acusado de alarmista pelo fato de, em uma *live*, ter apresentado um estudo da *Imperial College* que previa o número de um milhão de mortos no Brasil, caso não fossem tomadas medidas de isolamento social. Essa conduta de ataque sinaliza uma dificuldade da sociedade de interpretar gráficos e simulações de resultados a partir de modelos estatísticos baseados em conhecimentos do campo epidemiológico, e de compreender a argumentação apresentada pelo divulgador científico, a qual se fundamenta nestes.

Não é nosso intuito aqui nos debruçarmos sobre tal caso,

porém, ele ajuda a tornar nítido a limitada capacidade da população de lidar com questões de base científica de forma crítica. Um dos motivos que pode auxiliar na explicação desse fato se relaciona ao modelo de educação científica focado nos fatos e princípios (conceitos científicos) em detrimento de um ensino que contribua para análise das bases que fundamentam as alegações científicas (Sasseron, 2019).

Dada essa ênfase do ensino em conhecimentos conceituais das disciplinas, nem sempre os estudantes da educação básica têm oportunidade de se envolver em discussões sociais que permitem articular a dimensão epistêmica do conhecimento (Osborne, 2014; Kelly e Dushl, 2002). Abordar

a dimensão conceitual no ensino significa trabalhar com modelos, leis, teorias científicas e conceitos de cada área do conhecimento, enquanto que a dimensão epistêmica está associada à promoção da compreensão sobre os processos sociais da Ciência que justificam nossas crenças nesses modelos, leis, teorias e conceitos, ou seja, nas afirmativas científicas.

a dimensão conceitual no ensino significa trabalhar com modelos, leis, teorias científicas e conceitos de cada área do conhecimento, enquanto que a dimensão epistêmica está associada à promoção da compreensão sobre os processos sociais da Ciência que justificam nossas crenças nesses

modelos, leis, teorias e conceitos, ou seja, nas afirmativas científicas. Essa dimensão envolve os critérios utilizados pelas comunidades científicas na tomada de decisão sobre o que conta como conhecimento, o que inclui, por exemplo, o uso e a análise de evidências que justificam o conhecimento científico (Jiménez-Aleixandre, 2010; Osborne, 2016).

Nesse sentido, pesquisas no ensino de ciências (Christodoulou e Osborne, 2014; Jiménez-Aleixandre e Crujeiras, 2017; Sasseron, 2019; Stroupe, 2014) têm destacado a importância de propiciar o envolvimento dos estudantes com as práticas da Ciência. Isto porque o trabalho com as práticas da Ciência pode favorecer compreensões sobre “como sabemos o que sabemos” e “porque acreditamos nisso” que se referem à dimensão epistêmica da Ciência (Jiménez-Aleixandre, 2010; Osborne, 2016).

Podemos dizer que as perspectivas de ensino baseadas nas práticas da Ciência são decorrentes de pesquisas sobre a Ciência e sobre o funcionamento interno da comunidade científica (Longino, 2002; Kelly, 2008), que destacam que esse ambiente é regido por um conjunto de práticas sociais que incluem formas especializadas de falar, escrever e raciocinar (Kelly, 2008; Kelly e Duschl, 2002). Como implicação, ao envolver os estudantes nessas práticas eles poderão desenvolver uma visão mais esclarecida sobre a Ciência (Osborne, 2014; Kelly, 2008).

Neste artigo defendemos a enculturação dos estudantes na prática científica da argumentação (Lave, 1992). Para isso, utilizamos um texto histórico da Ciência como estratégia para fomentar as interações sociais e a argumentação e estimular o desenvolvimento de conhecimentos conceituais atrelados à dimensão epistêmica no ensino de Química. Dito isso, no presente trabalho, temos o objetivo de analisar como um texto histórico sobre a teoria das misturas gasosas proposta por Dalton auxiliou os estudantes de Química no envolvimento em interações argumentativas.

Argumentação no Ensino de Ciências

A argumentação é uma prática inerente ao trabalho do cientista. Isto porque a partir da argumentação os cientistas produzem, comunicam, avaliam e legitimam afirmações de conhecimento fundamentadas em justificativas. Em outras palavras, é por meio da argumentação que a dimensão epistêmica do conhecimento é viabilizada.

A argumentação científica pode ser compreendida como uma prática de justificar conclusões, que ocorre a partir da interação social entre os pares e por meio da conjugação entre dados e teorias científicas (Jiménez-Aleixandre, 2010; Mendonça e Justi, 2013). Essa prática pode ocorrer, por exemplo, quando dados experimentais são interpretados

a partir das lentes teóricas do pesquisador, o qual buscará mostrar como os dados podem ter o papel de evidências nas conclusões; com a intenção de um cientista fundamentar uma explicação (ou teoria) para o fenômeno investigado ou para que os cientistas possam sustentar suas ideias e persuadir a comunidade científica com o objetivo de convencer os pares sobre suas proposições frente a outras (Mendonça e Ibraim, 2019).

Como no contexto científico, a argumentação no ensino deve ocorrer a partir da interação social entre os membros de sala de aula (Baker, 2009). Como esse autor, a entendemos como um processo que auxilia o estudante a reconhecer a plausibilidade de uma solução para um problema com base nos fundamentos (informações) necessários para entendê-lo.

Cabe ressaltar que a abordagem de práticas da Ciência no ensino, tal como a argumentação, deve possibilitar que os estudantes se envolvam em processos de construção do conhecimento que guardam relações com o contexto da Ciência, mas em uma perspectiva que faça sentido para eles (Berland *et al.*, 2015).

Por exemplo, no ambiente de ensino argumentativo, Berland *et al.* (2015) destacam que, algumas vezes, o professor se concentra em ensinar os

estudantes a estrutura de um argumento, discutindo sobre como elaborar argumentos contendo elementos tais como dados, justificativa e conclusão. Tais ações podem demonstrar sucesso em apoiar os estudantes na construção de um argumento enquanto produto. Contudo, como os autores destacam, construir um argumento como um produto a ser avaliado pelo professor pode

se tornar um desempenho de ações por si só; quando os estudantes se concentram nas instruções e na satisfação do professor, em vez de se concentrarem na substância das ideias e na argumentação como parte intencional para a construção de conhecimento.

Similarmente, Jiménez-Aleixandre *et al.* (2000) capturaram esse sentido que as práticas da Ciência precisam assumir no contexto das salas de aula ao distinguirem os objetivos dos estudantes que estão engajados em “fazer a lição ou tarefa escolar” (com o intuito de obter boa nota ou agradar o professor) daqueles que estão engajados no objetivo de “fazer ciência escolar” (procurando progredir intelectualmente para além das questões de avaliação). Desse modo, a abordagem de práticas da Ciência no ensino, tal como a argumentação, deve envolver os estudantes em trabalhos que lhes permitam progredir para atingir metas de produção de conhecimentos significativos para eles, e não simplesmente seguir direções pré-estabelecidas ou rotinas memorizadas (Berland *et al.*, 2015).

Para que os estudantes sejam enculturados na prática argumentativa de modo a “fazer ciência escolar” é importante

Neste artigo defendemos a enculturação dos estudantes na prática científica da argumentação (Lave, 1992). Para isso, utilizamos um texto histórico da Ciência como estratégia para fomentar as interações sociais e a argumentação e estimular o desenvolvimento de conhecimentos conceituais atrelados à dimensão epistêmica no ensino de Química.

que eles assumam um papel ativo, responsável e autônomo no ambiente de ensino. Isso porque um argumento científico é uma parte intencional de um conjunto de atividades, quando os atos de justificar, avaliar, revisar e refutar reivindicações permitem à comunidade construir conhecimento (Berland *et al.*, 2015; Christodoulou e Osborne, 2014). Por isso, desenvolver essa prática no ensino requer considerar a participação intencional dos estudantes (Berland *et al.*, 2015).

No contexto de ensino em que isso acontece, eles se tornam agentes epistêmicos. Nesse papel, os estudantes podem atuar de forma a explorar, refletir e avaliar alternativas de conhecimento, com objetivo de construir seus próprios conhecimentos a partir das informações disponíveis (Stroupe, 2014; 2015).

Nesse sentido, torna-se importante que o professor favoreça o desenvolvimento da autonomia dos estudantes em ambientes argumentativos, visando possibilitar o engajamento deles em interações que têm por finalidade a compreensão de ideias ao invés da busca da resposta certa (Ibraim e Justi, 2017).

Ao desenvolverem essa autonomia, o processo dialógico que ocorre quando os estudantes argumentam sobre suas ideias baseados em justificativas colabora para uma aprendizagem mais significativa dos conceitos científicos, por dois motivos principais: um deles é que a argumentação requer a discussão das ideias e dos conhecimentos de forma fundamentada; o outro, possibilita análise de ideias alternativas, permitindo compreender porque uma delas é mais coerente que a rival, ao invés de apenas aceitá-la. Portanto, a argumentação no ambiente de ensino permite que o estudante vá além de questionamentos sobre “certo ou errado”, visando à compreensão das conclusões e não simplesmente o “acerto” (Baker, 2009).

A argumentação em sala de aula também pode possibilitar o desenvolvimento de opiniões independentes a partir da discussão sobre as observações, fatos, experiências ou sinais com os quais podemos comprovar que uma afirmação é verdadeira ou falsa (Jiménez-Aleixandre, 2010). Isso porque a defesa fundamentada de opinião, a persuasão a outros indivíduos sobre sua opinião, a avaliação de pontos de vista diferentes e refutação de ideias devem ser desenvolvidas e sustentadas em ambientes argumentativos. Assim, o desenvolvimento da capacidade argumentativa pode auxiliar os estudantes a se posicionar, a ter opinião própria e a refletir sobre a realidade, ao invés de aceitar as informações de maneira acrítica, em contextos da vida que demandam criticidade (Mendonça e Ibraim, 2019).

Diante do exposto até aqui, consideramos que a argumentação no ambiente de ensino deve possibilitar interações entre

os estudantes e com o professor, visando construir afirmativas de conhecimento em uma perspectiva que considera as ideias dos estudantes e que permite a eles o desenvolvimento de autonomia para buscar justificativas para esses conhecimentos. Para tal, além de os estudantes ouvirem explicações de especialistas (como por exemplo, professores e livros didáticos), eles também precisam expor suas ideias, articular questões e participar do discurso de sala de aula.

Apostamos na estratégia de uso de textos históricos para fomentar a argumentação segundo a perspectiva defendida neste artigo. Esses textos são recursos didáticos, elaborados com base em casos históricos, que objetivam aproximar a linguagem científica do estudante e possibilitar o debate sobre o caso no ambiente de ensino.

Utilizamos um caso histórico como recurso para criar o conteúdo dos textos históricos. Esses casos são descrições densas de episódios da história da Ciência e retratam situações de disputas e controvérsias na Ciência, equívocos e críticas que ocorreram na época dos fatos, bem como diálogos de ideias entre os cientistas. Além disso, os casos históricos permitem a contextualização do papel do debate e crítica na Ciência, as parcialidades teóricas, culturais e

cognitivas, as motivações, as chances, a colaboração, conexões interdisciplinares, experiência e credibilidade, conflitos de interesse, entre outros aspectos externos inerentes à Ciência, relacionados às demandas sociais, políticas e econômicas do período histórico e suas relações com os trabalhos científicos (Mendonça, 2020; Porto, 2019).

Cabe destacar que o uso de casos históricos da Ciência no ensino pode ser uma das possibilidades para se fomentar a argumentação (Zemplén, 2011).

No debate de casos históricos, diferentes propostas podem ser utilizadas, tais como: o uso de dramatizações históricas, júri simulado, experimentos históricos, entre outros (Justi e Mendonça, 2016). Geralmente, nestas propostas, estudantes assumem a tarefa de analisar teorias alternativas com base em evidências e conhecimentos relevantes à luz dos fatos históricos e do contexto da época estudada para compreenderem como as teorias são estabilizadas na Ciência.

Contudo, poucos são os trabalhos encontrados na literatura da área de ensino de Ciências que relacionam argumentação e textos históricos (Justi e Mendonça, 2016). Por isso, no presente trabalho, visamos contribuir com o estabelecimento e investigação dessas relações.

Metodologia

Caracterização geral da pesquisa

Na condução desta pesquisa nos filiamos aos princípios

A argumentação em sala de aula também pode possibilitar o desenvolvimento de opiniões independentes a partir da discussão sobre as observações, fatos, experiências ou sinais com os quais podemos comprovar que uma afirmação é verdadeira ou falsa (Jiménez-Aleixandre, 2010). Isso porque a defesa fundamentada de opinião, a persuasão a outros indivíduos sobre sua opinião, a avaliação de pontos de vista diferentes e refutação de ideias devem ser desenvolvidas e sustentadas em ambientes argumentativos.

teórico-metodológicos da pesquisa qualitativa em educação (Cohen *et al.*, 2011; Lüdke e André, 2015). Portanto, assim como sugerem as premissas da abordagem qualitativa, os dados que compõem nossa investigação são de natureza predominantemente descritiva (Lüdke e André, 2015), se retratando em transcrição dos vídeos e descrição das situações de ensino vivenciadas pelos estudantes.

A pesquisadora, enquanto principal instrumento da pesquisa (Lüdke e André, 2015), esteve em contato direto com o ambiente e a situação investigada atuando como observadora participante, exercendo contato direto com os estudantes em sala de aula, buscando conversar, ouvir e permitir a expressão deles, auxiliando-os nas discussões e resolução das atividades.

A análise seguiu-se de acordo com um processo indutivo, ou seja, foi através dos dados que procuramos perceber o papel do texto no desenvolvimento da interação argumentativa. Dessa forma, nossas interpretações ocorreram a partir de padrões encontrados nos dados, em vez de selecionarmos dados para comprovar ou verificar hipóteses (Lüdke e André, 2015).

Coleta de dados

A presente pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública, situada em uma cidade no interior de Minas Gerais. A escolha desse cenário ocorreu a partir do interesse mútuo da professora de Química e das pesquisadoras.

Os estudantes que participaram da pesquisa cursavam o primeiro ano do ensino médio. A faixa etária desses estudantes estava entre 15 e 16 anos. A seleção do ano se deu a partir da escolha das pesquisadoras de trabalhar com um tema comumente abordado neste ano, na disciplina de Química: *modelos atômicos*.

Desse modo, para a coleta de dados foi desenvolvida uma unidade didática (UD) para ensino dos modelos atômicos de Dalton e Thomson (Ramos *et al.*, 2016). Ela foi elaborada a partir de casos históricos sobre a evolução das ideias dos cientistas Dalton e Thomson sobre a matéria ocorridos no século XIX.

No desenvolvimento da UD em sala de aula os estudantes foram organizados em grupos na tentativa de favorecer a ocorrência de interações argumentativas entre eles. Cabe destacar que esses estudantes não estavam acostumados a vivenciar atividades que visavam a discussão, proposição e comunicação de ideias. Por isso, interações argumentativas não eram usuais naquele contexto.

No presente trabalho, analisamos uma aula de 50 minutos que ocorreu durante o desenvolvimento da UD. Nessa aula, com base nas informações do texto histórico, os estudantes foram solicitados a avaliar os modelos¹ desenvolvidos por eles. Os modelos propostos pelos estudantes representavam a organização dos gases na atmosfera e o texto histórico

apresentava informações sobre a teoria das misturas gasosas desenvolvida por Dalton. Selecionamos esse momento do desenvolvimento da UD, porque nele os estudantes foram explicitamente solicitados a se posicionar com base nas informações contidas naquele texto.

O texto histórico relacionado à construção da teoria das misturas gasosas pelo cientista Dalton foi elaborado pelas pesquisadoras com a intenção de aproximar a linguagem científica dos estudantes e de apresentar as informações históricas consideradas centrais. Encontramos suporte em fontes secundárias, tais como Filgueiras (2004), Lopes e Marques (2011), Lopes e Martins (2009) e Reis, Oliveira e Silva (2012), para compreender sobre o caso e escrever o texto.

Em observação aos princípios da ética na pesquisa, foi entregue aos estudantes um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, com intuito de informar e esclarecê-los sobre a pesquisa, para que pudessem decidir sobre sua participação na mesma. Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa de uma Universidade Federal da região Sudeste do país. Utilizamos nomes fictícios e códigos para diferenciar os grupos de estudantes e para preservação da identidade deles.

Análise de dados, seleção e caracterização da amostra

Analisamos as interações argumentativas que ocorreram em um grupo de estudantes. O critério de seleção do grupo foi a abertura dos estudantes para discutir com a pesquisadora, primeira autora deste trabalho, que atuou como observadora participante daquele cenário (Lüdke e André, 2015).

Utilizamos os pressupostos de Baker (2009) para compreender do que se trata uma interação argumentativa. Segundo Baker (2009), a interação argumentativa ocorre durante a resolução de um problema no qual a solução é construída em colaboração entre as pessoas e a aceitabilidade da solução é diretamente influenciada por informações adicionais.

Os *argumentos* são as informações enunciadas e que alteram o grau de aceitabilidade das soluções dos problemas. Essas informações podem provir de uma variedade de fontes, incluindo a vida cotidiana, a escolaridade anterior e a partir da própria situação de resolução de problemas. Portanto, a produção de um argumento envolve a procura de informações adicionais para a questão que está sendo discutida e a informação torna-se um argumento quando a mesma influencia na aceitabilidade ou na rejeição da solução (Baker, 2009).

Para esse autor, essas soluções podem ser apresentadas por dois indivíduos com ideias distintas, em um processo no qual um defende uma solução diferente do outro, denominado por Baker (2009), conflito de opinião interpessoal. Esse processo também pode ocorrer a partir de um conflito interno do próprio indivíduo, quando ele fica em dúvida sobre soluções alternativas do problema, sendo, por isso,

Os estudantes que participaram da pesquisa cursavam o primeiro ano do ensino médio. A faixa etária desses estudantes estava entre 15 e 16 anos. A seleção do ano se deu a partir da escolha das pesquisadoras de trabalhar com um tema comumente abordado neste ano, na disciplina de Química: *modelos atômicos*.

denominado conflito de opinião intrapessoal. Na Figura 1, apresentamos o resumo das possibilidades de interações argumentativas segundo Baker (2009).

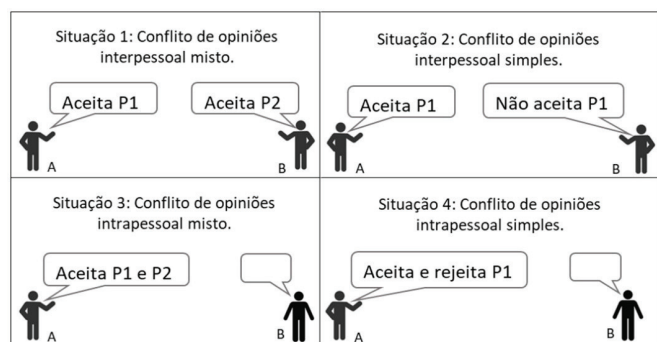


Figura 1: Possibilidade de interações argumentativas segundo Baker (2009). Fonte: Mendonça e Ibraim (2019).

Conforme demonstra os dois quadros superiores da Figura 1, as interações argumentativas interpessoais podem ocorrer entre indivíduos com opiniões distintas, sendo P1 e P2 as possíveis soluções para o problema. Os indivíduos podem discutir sobre soluções distintas ou sobre a mesma solução, quando um aceita e outro rejeita a mesma solução. É importante considerar que os conflitos interpessoais podem ocorrer entre dois ou mais indivíduos. Outras possibilidades de interações argumentativas são apresentadas nos quadros inferiores da Figura 1. Nestes casos, as interações argumentativas intrapessoais podem ocorrer quando um indivíduo encontra-se em conflito para se decidir sobre qual solução considerar.

Portanto, identificamos a interação argumentativa quando visualizamos uma situação em que os estudantes estivessem resolvendo um problema a partir de um conflito de ideias entre dois ou mais deles ou quando um estudante demonstrasse algum conflito individual de opinião(ões). A interação era finalizada quando o problema em questão era resolvido.

Para analisar as interações argumentativas foi elaborado um quadro com as falas transcritas e os seus turnos enumerados a partir do início de cada aula. Quando consideramos necessário, adicionamos esclarecimentos sobre as falas dos estudantes ou da professora entre colchetes. Colocamos parênteses duplos para contextualizar os momentos em que houve recortes de falas. Além disso, no quadro referente à interação argumentativa, apresentamos a fotografia do modelo 2D proposto pelos estudantes, porque o episódio analisado trata de um momento no qual eles avaliaram tal modelo.

Teoria das misturas gasosas

Tendo em vista que a investigação de Dalton sobre o átomo se deu a partir dos estudos dele sobre os gases, antes de iniciar a discussão sobre o modelo atômico proposto por

esse cientista, foi realizada a discussão sobre as proposições de Dalton para a disposição dos gases.

Dalton considerava, sob influência das ideias do cientista Newton, que os gases na atmosfera formavam uma mistura gasosa sem que qualquer ligação química existisse entre os átomos. Baseado nessa ideia, o cientista elaborou seu modelo da seguinte maneira: “Quando dois fluidos elásticos, denominados A e B, são misturados, não há qualquer repulsão mútua entre suas partículas, isto é, as partículas de A não repelem as de B, como elas se repelem umas às outras” (Dalton, 1801 apud Filgueiras, 2004, p. 4). Esse enunciado de Dalton foi o que ficou conhecido como a teoria das misturas gasosas (Viana, 2007).

Dalton acreditava que as menores partículas existentes na natureza eram esféricas, sólidas e não possuíam afinidade química. Portanto, não haveria uma combinação química entre essas partículas atômicas, somente forças repulsivas entre átomos iguais (Chaves, 2011).

De acordo com este modelo, átomos iguais não poderiam se encontrar próximos (iriam se repelir) e átomos diferentes não exerceriam qualquer efeito um sobre o outro (Viana, 2007). No entanto, a partir desse modelo seria difícil explicar a combinação química entre essas partículas atômicas, pois, entre partículas distintas não existiria nenhum efeito, tampouco haveria atração entre elas. E entre partículas de um mesmo tipo haveria forças repulsivas, o que também não permitiria combinação.

Cabe considerar que naquela época ainda não se sabia que o oxigênio e o nitrogênio formavam as espécies diatômicas O_2 e N_2 (Filgueiras, 2004). Deste modo, como as ideias propostas por Dalton naquela época não levavam em consideração certas informações que conhecemos hoje, esse cientista propôs um modelo que, para o contexto atual, continha alguns equívocos. O próprio Dalton reconheceu, posteriormente, esse aspecto inconveniente de sua primeira teoria das misturas gasosas.

Além disso, a teoria de Dalton sofreu críticas de vários cientistas, sendo um deles o John Gough, ex-professor de Dalton em Kendal.

As críticas fizeram com que Dalton refletisse sobre as proposições e permitiu com que ele comesse a propor modificações em seus fundamentos. Dessa forma, aos poucos Dalton foi se aproximando das combinações químicas e da determinação das massas atômicas relativas (Viana, 2007).

Análise do episódio de sala de aula

Para contextualizar o leitor, na aula antes da interação argumentativa apresentada na análise, os estudantes haviam desenvolvido modelos a partir de desenhos e de explicações verbais e escritas, visando representar como os gases interagem na atmosfera. Na interação argumentativa apresentada no Quadro 1, eles discutem sobre os modelos desenvolvidos.

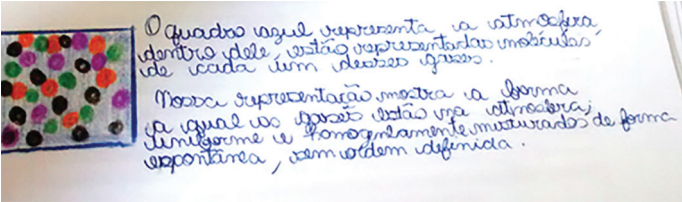
No início da presente aula a professora repassou aos estudantes um texto de cunho histórico que apresentava as ideias de Dalton sobre a teoria das misturas gasosas. Posteriormente, eles foram questionados se, a partir da leitura sobre as ideias de Dalton, eles modificariam algo no modelo elaborado por eles ou se permaneceriam com o mesmo.

Pelo Quadro 1 notamos que a interação argumentativa tem início na resolução do problema – defender ou modificar

o modelo que os estudantes haviam desenvolvido para representar as ideias deles sobre a organização dos gases da atmosfera a partir das informações do texto. A interação é finalizada quando os estudantes concluem que não devem modificar o modelo que eles criaram (turno 85).

Notamos que ocorreu um conflito de opinião interpessoal (Baker, 2009) entre os estudantes Laura e Gustavo sobre a modificação do modelo e que ambos se fundamentaram no

Quadro 1: Interação argumentativa

Turno de fala	Transcrição
1	<p>Laura: Gente. Olha, presta atenção. Lá [se referindo ao texto] está falando que é constante [se referindo a mistura gasosa], não se altera. Então, o nosso aqui está constante ó [mostrando o seu desenho (figura 2) para os outros estudantes], não se altera, não está se repelindo. Então, está certo [se referindo à representação feita pelo grupo].</p>  <p>Figura 2. Modelo desenvolvido pelos estudantes para representar os gases na atmosfera</p>
2	Professora: Vamos lá gente? Vocês já terminaram a leitura do texto?
3	Laura: Já.
4	Professora: Então, vamos fazer juntos aqui. Ó: as observações de Dalton o levaram a concluir que a composição do ar era praticamente constante, ou seja, praticamente não se alterava mesmo se comparássemos lugares bastante distantes entre si. E aí, até aqui, essa ideia dele está compatível com as ideias de vocês? [os estudantes balançam a cabeça afirmando que sim]. A partir daí, Dalton acreditava que os gases da atmosfera formavam uma mistura gasosa. Para explicar sobre a disposição dos átomos dos gases na atmosfera, Dalton afirmou que átomos iguais iriam se repelir e átomos diferentes não exerceriam qualquer efeito um sobre o outro, ou seja, nem iriam se atrair, nem se repelir. E aí, o que vocês entenderam dessa ideia de Dalton então?
5	Laura: Que os átomos, um não ia alterar o outro nem se fosse igual nem se fosse diferente.
6	Gustavo: E que átomos iguais iriam se afastar...
7	Professora: É. Se os átomos fossem iguais então, iriam se repelir e se fossem diferentes...
8	Gustavo: Ia continuar a mesma coisa...
9	Laura: É, não ia ter nenhum efeito.
10	Professora: Isso. Não ia alterar em nada...E aí, a partir dessas ideias de Dalton, a pergunta é: Sabendo dessa concepção de Dalton, você faria alguma alteração no seu modelo proposto anteriormente? Esse modelo que vocês desenvolveram aí [apontando para a atividade dos estudantes].
11	Laura: Então, agora, eu percebi que tem sim, aqui ó... [apontando para o modelo] Por que se juntasse dois diferentes formaria outro gás.
12	Professora: Você mudaria seu modelo porque os dois diferentes iria formar outra substância?
13	Laura: É. Eu tinha pensado isso antes. Mas aqui [se referindo ao texto] está falando que não.
14	Professora: Hum. Entendi.
15	Gustavo: Olha, não concordo. No meu caso aqui, eu não faria nenhuma alteração.
16	Professora: Por quê?
17	Gustavo: Porque lá [se referindo ao texto], ele explica que os átomos iguais eles iriam se repelir. Aí, eles iriam se afastar e aí, ia entrar outro no lugar dele. Não ia? Porque eles estão vagando lá no ar da atmosfera.
(Professora faz explicações sobre as ideias de Dalton relacionadas a interação dos átomos)	
46	Professora: E aí. A partir dessas ideias de Dalton então, vocês mudam as ideias de vocês?
47	Laura: Mudo. Porque está errada...
48	Professora: Muda?

Turno de fala	Transcrição
49	Gustavo: Não. Não é que está errada, se tem diferentes formas de explicação, a gente apresenta uma forma...
50	Laura: Claro que não. Existe oxigênio, não existe [questionando o colega Gustavo]? Então, se existe o oxigênio, como que vai se repelir, se o oxigênio ele é dois, dois átomos de oxigênio. E aí, então a gente tem que mudar sim.
(Professora e estudantes discutem sobre a formação da molécula de oxigênio visando compreender que átomos iguais não se repelem, como Dalton havia sugerido em seu modelo)	
65	Professora: Vocês pensaram que eles iriam se repelir?
66	Laura: É. Que os iguais não ficavam juntos na atmosfera.
67	Professora: Vocês pensaram igual Dalton?
68	Laura: É...
69	Elisa: Mas a gente não falou que eles misturavam?
70	Joice: Sim. A gente falou...
71	Elisa: E ele não falou como a gente pensou não. Ele falou que não se mistura. Então a gente não pensou como Dalton. Por que Laura está falando que a gente falou igual Dalton?
72	Gustavo: Mas quando a gente falou que eles se misturam a gente estava pensando na atmosfera por inteiro e não especificamente no átomo de oxigênio.
73	Professora: Sim. Pensando na atmosfera por inteiro.
74	Laura: Sim. É, que a gente não pensou em cada gás. A gente fez no geral.
75	Professora: Sim. Não, tudo bem. A representação é isso mesmo, uma representação no geral das moléculas organizadas na atmosfera. Porém, a ideia de Dalton é que os átomos iriam se repelir. Eu dei o exemplo para vocês do oxigênio, mas não significa que a gente está olhando cada molécula separadamente. Eu só dei esse exemplo para a gente entender a ideia dele. Mas a gente continua pensando na organização das moléculas na atmosfera. Só que ele pensou que essas moléculas de átomos iguais iriam se repelir, essa era a ideia de Dalton. E aí, eu dei o exemplo do oxigênio porque a gente sabe que o oxigênio é composto por dois átomos de oxigênio se ligando. Só que Dalton, ele não tinha essa informação, anteriormente. Quando ele propôs essa ideia de átomos iguais se repelirem ele não tinha essa informação de que a molécula de oxigênio é composta por dois átomos de oxigênio.
76	Laura: Então, se for assim, nossa resposta está certa. A gente não estava pensando separadamente, a gente pensou no geral. Mas se for pensar separado, está errado.
77	Professora: Entendi. Então, a pergunta é assim, se vocês concordam com as ideias de Dalton e se vocês mudariam as ideias de vocês a partir das ideias dele.
(Professora questiona sobre o modelo desenhado pelo grupo visando compreender as ideias deles sobre a organização dos gases na atmosfera)	
85	Laura: É porque, tipo assim, a gente não mudaria. Porque, na hora que ela [se referindo à pesquisadora] explicou a gente a gente estava pensando no separado, tipo, no oxigênio separado. Aí, tipo assim, claro que ele não vai se repelir, mas, a gente não explicou dessa forma. Ela [se referindo a pesquisadora] só explicou a gente a ideia dele [se referindo a Dalton], e, a gente explicou no geral e no geral, as moléculas elas não ficam juntas mesmo, então, está certa.

texto. Laura mostrou-se favorável à modificação, pois tinha pensado que dois átomos distintos formariam um novo gás e justificou a ideia dela afirmando: “...*Mas aqui está falando que não*” (turno 13). Gustavo mostrou-se desfavorável à modificação do modelo e justificou dizendo que: “*Porque lá ele explica que átomos iguais iriam se repelir*” (turno 17).

Conforme os pressupostos de Baker (2009), os argumentos são as informações enunciadas que alteram o grau de aceitabilidade das soluções dos problemas. Percebemos que as informações do texto funcionaram como argumento na medida em que alteraram o grau de aceitabilidade dos estudantes sobre o modelo desenvolvido por eles (turno 13).

Aliado a isso, a justificativa dos posicionamentos evidenciou que o texto foi importante para promover o discurso

dos estudantes (Kelly *et al.*, 2001) na medida em que as ideias presentes nele orientaram a argumentação deles. Consideramos que o texto atingiu o *status* de ferramenta epistêmica (Kelly e Cunningham, 2019) nesses momentos em que ofereceu meio aos estudantes de comunicar e justificar seus argumentos (turnos 11, 13, 17). Esse tipo de ferramenta facilita a expressão de ideias e favorece a construção do conhecimento no processo interativo de sala de aula. Elas ganham o status epistêmico por meio do processo discursivo que delimita o funcionamento das mesmas na produção de conhecimento (Kelly e Cunningham, 2019).

Contudo, ainda que o texto tenha fornecido esse suporte para os estudantes, notamos que a avaliação do modelo criado por eles (vide Figura 2) ficou comprometida, devido

à tentativa, inicialmente empreendida, de adequarem o modelo às informações do texto. Isso pode ser notado, por exemplo, quando Gustavo afirmou que não faria nenhuma alteração no modelo proposto por eles, e justificou: “...eles [os átomos] iam se afastar e aí, ia entrar outro no lugar dele (turno 17)”.

Conforme evidencia a Figura 2, os estudantes pensaram em um modelo coerente com a concepção científica, ou seja, com moléculas de gases organizadas na atmosfera como em uma mistura. No entanto, os estudantes tenderam a desconsiderar o modelo desenvolvido por eles, devido à falta de compatibilidade com as ideias propostas por Dalton. Por exemplo, quando a professora perguntou aos estudantes se eles mudariam o modelo que propuseram em função das ideias de Dalton, Laura respondeu: “*Mudo. Porque está errada...*” (turno 47).

Essa confusão aconteceu por considerarem o conhecimento científico como argumentos de autoridade, desconsiderando aspectos sobre a provisoriedade desse conhecimento. Em consequência, mais ao final da interação retratada na interação argumentativa (turno 75), é notável que a professora buscou auxiliar os estudantes no entendimento sobre a provisoriedade do conhecimento científico, quando ela discutiu que, apesar de incoerentes com as informações atuais, as ideias de Dalton apresentadas no texto eram coerentes com as informações da época em que foram desenvolvidas.

Conforme os estudantes compreendiam a incoerência das ideias de Dalton, eles tendiam a aceitar a representação desenvolvida por eles, como evidenciou a fala de Elisa no turno 71: “...*Então a gente não pensou como Dalton*”. A explicação da professora na tentativa de esclarecer as ideias de Dalton (turno 75) também contribuiu para que os estudantes percebessem coerência no modelo desenvolvido por eles. A fala de Laura, no turno 76, nos dá indícios dessa reflexão: “...*Então, se for assim, nossa resposta está certa. A gente não estava pensando separadamente, a gente pensou no geral. Mas se for pensar separado, está errado*”.

A aluna se referiu às moléculas quando disse sobre pensar “no geral” e, aos átomos, quando usou a expressão “separadamente”. Para ela, se o modelo proposto pelo grupo estivesse sendo analisado a partir da representação de átomos individuais, estaria incoerente, uma vez que eles o idealizaram pensando na representação de moléculas.

Nesse sentido, notamos que foi a partir das explicações da professora, das informações do texto e da discussão entre os estudantes e seus colegas que eles avançaram na avaliação do modelo elaborado por eles. Desse modo, observamos que houve a distribuição da cognição na sala de aula: considerando as ideias dos estudantes (turnos 71, 72), as explicações da professora (turno 85) e as ideias do texto (turnos 17, 85) (Kelly, 2008).

Naquele contexto de ensino, notamos também que o *status* do texto como ferramenta epistêmica foi potencializado pelo seu papel de interlocutor de ideias, quando os estudantes pareciam estar dialogando com o próprio cientista Dalton. Por exemplo, Elisa afirma: “*E ele não falou como a gente pensou não. Ele falou que não se mistura*” (turno 71), se referindo às ideias apresentadas no texto pelo cientista. Na medida em que o texto assumia papel de interlocutor de ideias, ele funcionava como ferramenta epistêmica que possibilitava o processo interativo, pois os estudantes dialogavam com aquelas ideias. O texto também funcionava como ferramenta epistêmica que favorecia a construção de conhecimento, na medida em que os estudantes avaliavam criticamente as informações narradas por esse interlocutor.

Lyne (1990) discute que, no meio acadêmico, argumentos e informações que são apresentados por meio de textos impressos (por exemplo, artigos) podem envolver uma vasta gama de leitores por um grande período de tempo. Desse modo, o autor afirma que os leitores poderão discutir, argumentar e dialogar com autores que serão desconhecidos e não estarão presentes e poderão, inclusive, ser pessoas falecidas, como ocorreu no contexto de ensino pesquisado.

Consideramos que o fato de ser um texto histórico, que apresentava as informações de forma contextualizada, permitiu que os estudantes sentissem que estivessem de fato “dialogando” com o cientista, ao invés de meramente estarem lendo informações despersonalizadas. Além disso, a forma como a atividade da UD foi proposta, solicitando que os estudantes avaliassem o modelo deles a

partir das informações do texto, parece ter contribuído para que eles estivessem atentos ao texto na tentativa de interpretá-lo e de considerar o contexto histórico de produção daquelas ideias, a fim de julgar as evidências relatadas para avaliar a adequação do modelo deles.

Finalmente, consideramos que, ao longo da interação argumentativa analisada, os estudantes

forneceram evidências de desenvolvimento da agência epistêmica, ou seja, de autonomia e responsabilidade na construção de conhecimento. Enquanto agentes epistêmicos, os estudantes exploram e avaliam alternativas de conhecimento com objetivo de construir seus próprios entendimentos (Stroupe, 2014). Notamos esse aspecto na medida em que os estudantes discordavam entre si sobre uma representação que havia sido elaborada em conjunto pelos membros do grupo, evidenciando que eles estavam preocupados com a construção de conhecimentos coerentes e não em provar que o seu modelo estava “correto”. Nesse processo argumentativo, o texto histórico atuou como ferramenta epistêmica de apoio à justificação e à comunicação de ideias, sendo relevante para favorecer a autonomia dos estudantes para expor ideias na interação argumentativa.

[...] os estudantes tenderam a desconsiderar o modelo desenvolvido por eles, devido à falta de compatibilidade com as ideias propostas por Dalton. Por exemplo, quando a professora perguntou aos estudantes se eles mudariam o modelo que propuseram em função das ideias de Dalton, Laura respondeu: “*Mudo. Porque está errada...*” (turno 47).

Os estudantes buscaram sustentar uma resposta que fosse inteligível para eles, avaliando o modelo a partir de discussões críticas sobre o conhecimento científico. Por exemplo, quando Laura argumentou: “Claro que não. Existe oxigênio, não existe [questionando o colega Gustavo]? Então, se existe o oxigênio, como que vai se repelir, se o oxigênio ele é dois, dois átomo de oxigênio. E aí, então a gente tem que mudar sim” (turno 50). Isso reforça a sua atuação como agentes epistêmicos, em um contexto no qual demonstraram responsabilidade com a própria aprendizagem (Stroupe, 2014).

Considerações finais

No presente artigo, o nosso objetivo foi analisar como um texto histórico sobre a teoria das misturas gasosas proposta por Dalton poderia auxiliar estudantes de Química no envolvimento em interações argumentativas. Como o texto apresentava informações históricas contextualizadas e os estudantes precisavam considerá-las para resolver a tarefa de avaliação de modelos, evidenciamos que ele auxiliou os estudantes na exposição e justificação dos argumentos, atingindo assim o *status* de ferramenta epistêmica (Kelly e Cunningham, 2019).

Aliado a isso, o texto histórico atuou como interlocutor de ideias, o que potencializou o seu uso enquanto ferramenta epistêmica. O diálogo dos estudantes com as ideias do cientista Dalton favoreceu o processo interativo e a construção de conhecimentos na medida em que os eles analisaram criticamente essas ideias.

Notamos que os argumentos e explicações dos estudantes foram construídos levando em consideração as informações do texto, as explicações da professora e as afirmações dos colegas. Isso contribuiu para que os estudantes desenvolvessem conhecimentos justificados com base na avaliação de diferentes fontes. Cabe acrescentar que em nosso contexto de pesquisa notamos que os estudantes atuaram como agentes epistêmicos (Stroupe, 2014) capazes de argumentar em busca de progressos intelectuais.

Esses aspectos parecem indicar que os estudantes não estavam envolvidos em “fazer a lição” apenas, mas procuravam avançar e progredir em seus entendimentos a partir da argumentação. Desse modo, entendemos que os estudantes estavam envolvidos em “fazer ciência escolar”, uma vez que durante o processo argumentativo eles buscaram, intencionalmente, conjugar diferentes fontes de informações (dados, argumento dos pares, argumentação dos textos científicos) na construção das conclusões (Jiménez-Aleixandre, 2010; Mendonça e Justi, 2013).

Nesse sentido, nossos resultados apontam para a importância do uso de textos históricos pelos professores no ensino de Química, visando desenvolver contextos argumentativos, pois podem possibilitar interações argumentativas e autonomia dos estudantes, na medida em que é solicitado o posicionamento deles sobre as ideias apresentadas no texto.

O modo como a história da Ciência foi utilizada na sala de aula de Química pesquisada se difere de outros trabalhos

relatados na literatura, nos quais os casos históricos foram utilizados para salientar pontos de vista alternativos entre cientistas para criação de ambientes argumentativos de debates, simulação de papéis e júris simulados. Aqui, apresentamos uma outra proposta para o professor de Química: a de utilização de um texto histórico no cotidiano de planejamento escolar para promover argumentação em sala de aula a partir de atividades envolvendo a avaliação de modelos, as quais permitem explorar conhecimentos para além da busca de informações factuais e comprovação de teorias estabelecidas *a priori*.

Dessa forma, realçamos a importância de os professores utilizarem textos históricos como ferramentas epistêmicas que apoiam o envolvimento dos estudantes em interações argumentativas para a construção de conhecimentos em sala de aula. Isso porque, tendo em vista que o ensino de Química envolve conceitos abstratos sobre os quais nem sempre os estudantes estão dispostos a se envolver em debates, recomendamos o uso de atividades que solicitem o posicionamento deles sobre informações contidas em textos históricos, visando problematizar os temas e favorecer a autonomia dos estudantes para participar do discurso em sala de aula de Química.

Nota

¹Modelos são artefatos humanos que apoiam o pensamento, os quais podem ser materializados de alguma forma, para favorecer o uso em diferentes práticas epistêmicas (Gilbert e Justi, 2016).

Tatiana Costa Ramos (tatianaquimica@outlook.com), licenciada em Química pela Universidade Federal de Ouro Preto, mestre e doutoranda em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Ouro Preto, Mariana, MG – BR. **Paula Cristina Cardoso Mendonça** (paulamendonca@ufop.edu.br), professora do Departamento de Química e do Programa de Pós-graduação em Educação da UFOP, é licenciada em Química e mestre e doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais, Ouro Preto, MG – BR. **Nilmara Braga Mozzer** (nilmara@ufop.edu.br), licenciada em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre e doutora em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. É professora do curso de Química Licenciatura e do Programa de Pós-graduação em Educação do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG – BR.

Referências

BAKER, M. Argumentative interactions and the social construction of knowledge. In: MIRZA, N. M. e PERRET-CLERMONT, A.-N. (Ed.). *Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices*. Dordrecht: Springer, p. 127-144, 2009.

BERLAND, L. K.; SCHWARZ, C. V.; KRIST, C. e KENYON, L. Epistemologies in practice: making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, p. 1-31, 2015.

CHAVES, L. M. *História da ciência no estudo de modelos*

atômicos em livros didáticos de química. 2011. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília.

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, C.; MANION, L. e MORRISON, K. *Research Methods in Education*. 7th ed. London and New York: Routledge, 2011.

DUSCHL, R. e OSBORNE, J. Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, v. 38, n. 1, p. 39-72, 2002.

FILGUEIRAS, C. A. Duzentos anos da Teoria Atômica de John Dalton. *Química Nova na Escola*. n. 20, p. 38-44, 2004.

GILBERT, J. K. e JUSTI, R. *Modelling-based teaching in science education*. Basel, Switzerland: Springer international publishing, 2016.

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. 995-1115, 2017.

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

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. e CRUJEIRAS, B. Epistemic practices and scientific practices in science education. *Science Education*. Rotterdam: Sense Publishers. p. 69-89. 2017.

JUSTI, R. e MENDONÇA, P. C. C. Discussion of the controversy concerning a historical event among pre-service teachers. *Science & Education*, v. 25, n. 7, p. 795-822, 2016.

KELLY, G. Inquiry, activity and epistemic practice. In: DUSCHL, R. e GRANDY, R. E. (Ed.). *Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation*. Rotterdam, Holand: Taipei Sense Publishers, p. 288-291. 2008.

KELLY, G.; CRAWFORD, T. C. e GREEN, J. Common task and uncommon knowledge: dissenting voices in the discursive construction of physics across small laboratory groups. *Linguistics and Education*, v. 12, n. 2, p. 135-174, 2001.

KELLY, G. e CUNNINGHAM, C. M. Epistemic tools in engineering design for K-12 education. *Science Education*, v. 103, n. 4, p. 1080-1111, 2019.

KELLY, G. e DUSCHL, R. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. New Orleans, LA. In: *Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, 2002.

LOPES, C. V. e MARQUES, D. M. *Modelos atômicos de J. J. Thomson e Ernest Rutherford*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

LOPES, C. V. e MARTINS, R. A., *Thomson e o uso de analogias para explicar os modelos atômicos: O 'pudim de passas' nos livros texto*. Florianópolis. 2009

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas*. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U, 2015.

LYNE, J. Argument in the human sciences. In: TRAPP, R. S., Janice (Ed.). *Perspectives on Argumentation: Essays in Honor of Wayne Brockriede*: New York: IDEBATE Press, p. 178-189. 1990.

MENDONÇA, P. C. C. De que Conhecimento sobre natureza da ciência estamos falando? *Ciência & Educação*, v. 26, p. 1-16, 2020.

MENDONÇA, P. C. C. e JUSTI, R. Ensino-Aprendizagem de ciências e argumentação: discussões e questões atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 1, p. 187-216, 2013.

MENDONÇA, P. C. C. e IBRAIM, S. S. Argumentação no ensino de química. In: Otávio Aloisio Maldaner; Patrícia Fernandes Lootens Machado; Wildson Luiz Pereira dos Santos. (Org.). *Ensino de Química em Foco*. 2. ed. Ijuí: Unijuí, p. 217-235, 2019.

OSBORNE, J. Handbook of Research on Science Education. In: LEDERMAN, N. G. e ABELL, S. K. (Ed.). *Scientific practices and inquiry in the science classroom*. Routledge,. v. II, p. 593-613. 2014

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

RAMOS, T. C.; MENDONÇA, P. C. e MOZZER, N. B. *Argumentação na elaboração e crítica de analogias: unidade didática para o ensino dos modelos atômicos*. Trabalho apresentado em XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis, SC. 2016.

REIS, A.; OLIVEIRA, N. S. e SILVA, A. L., 2012, Salvador. *Contribuições da radioatividade para o desenvolvimento das teorias atômica de Thomson a Rutherford: um debate histórico epistemológico no ensino de química*. Trabalho apresentado em XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, Salvador, BA. 2012.

SASSERON, L. H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. *Ciência & Educação*, v. 25, n. 3, p. 563-567, 2019.

STROUPE, D. Examining Classroom science practice communities: how teachers and students negotiate epistemic agency and learn science-as-practice. *Science Education*, v. 98, n. 3, p. pp. 487-516, 2014.

STROUPE, D. Describing "science practice" in learning settings. *Science Education*, v. 99, n. 6, p. 1033-1040, 2015.

VIANA, H. E. *A construção de teoria atômica de Dalton como estudo de caso e algumas reflexões para o ensino de química*. 92 f. f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

ZEMPLÉN, G. A. History of Science and argumentation in science education: joining forces? In: KOKKOTAS, P. V.; MALAMITSA, K. S. (Ed.). *Adapting historical knowledge production to the classroom*. Rotterdam: Sense Publishers. p. 129-140. 2011.

Abstract: *Argumentative interactions in chemistry teaching from a historical text.* In this article we evaluate how a historical text on the theory of gas mixtures proposed by Dalton could help chemistry students of the 1st year of high school in involving argumentative interactions. We rely on the assumptions of the qualitative approach to educational research. The argumentative interaction was characterized by the theoretical contribution of the author Baker. The historical text was elaborated by the researchers based on the historical case on the theory of gas mixtures. The argumentative interaction analyzed is located in a 50-minute class, in which students were asked to evaluate a model on the arrangement of gases in the atmosphere, developed and evaluated by them from the information contained in the historical text. We found that the text assisted the students in the exhibition and justification of their arguments, reaching the status of epistemic tool. We recommend the use of historical texts to problematize argumentative discussions on scientific topics.

Keywords: argumentation, history of science, theory of gas mixtures

Estudos de caso no ensino de ciências naturais e na educação ambiental

Por: Rafael Cava Mori (UFABC)



O ensino por investigação não pode ser considerado novidade, já que suas bases pedagógicas datam, pelo menos, da segunda metade do século XIX, quando se gestava o escolanovismo. Porém, o desenvolvimento de estratégias propriamente investigativas, trazendo concretude aos princípios do método, é uma tarefa

que permanece se desenrolando. No Brasil, sua maior difusão parece associada à emergência, por um lado, do construtivismo, e por outro, do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade – portanto, remonta a poucas décadas.

Assim, é natural que os educadores brasileiros permaneçam interessados em conhecer, desenvolver e analisar estratégias para o ensino investigativo, em suas muitas vertentes. Destas, uma das mais conhecidas é a chamada Aprendizagem Baseada em Problemas, que inspirou o método de estudos de caso. Casos investigativos são narrativas ficcionais curtas, povoadas de personagens e diálogos, conduzindo a um conflito que, para ser desatado, requer o auxílio do conhecimento científico. Os leitores, então, se sentem convidados e motivados a perscrutar na ciência as possíveis soluções para o caso, cuja utilidade pedagógica se amplifica quando diferentes leitores precisam argumentar a favor das diferentes resoluções que propuseram.

Estudos de caso no ensino de ciências naturais e na educação ambiental, organizado por Salette Linhares Queiroz e Flávia Gabriele Sacchi, soma-se a outras antologias que recolhem casos propostos a educação científica – como *Estudos de caso no ensino de ciências naturais*, *Estudos de caso para o ensino de química 1* e *Estudos de caso para o ensino de química 2*, obras que também trazem Salette como coorganizadora. A nova coletânea é composta por 15 casos inéditos, tendo como atrativo o fato de que seus autores e autoras são participantes do curso de especialização em Metodologia do Ensino de Ciências Naturais, sediado no Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP), instituição que já soma quatro décadas de apoio à formação e à prática docente, tanto no estado de São Paulo, quanto em outras regiões.

O público-alvo do curso é formado por docentes atuantes na educação básica, o que se reflete na estrutura dos 15 casos apresentados no livro, direcionados, majoritariamente, ao componente curricular Ciências, para as séries finais do ensino fundamental. Por terem sido elaborados por profissionais com ampla experiência no magistério, os casos trazem propostas conscientes da realidade (muitas vezes, precária em termos materiais) das escolas brasileiras. Assim, acompanhando as possibilidades para a incorporação dos casos

às atividades da educação básica, são sugeridos recursos já bem conhecidos e validados pelo público escolar, como a experimentação e as visitas a espaços não escolares. No entanto, o leitor de *Estudos de caso no ensino de ciências naturais e na educação ambiental* encontrará, junto desses encaminhamentos, a sugestão de estratégias mais recentes, por exemplo, a integração dos onipresentes *smartphones* às atividades práticas, bem como o recurso a técnicas de aprendizagem cooperativa, como a formação de duplas produtivas, o *World Café* e o *gallery walk*.

Como novidade em relação às coletâneas anteriores, a nova publicação dedica espaço a casos específicos para a educação ambiental. Das 15 propostas, 5 possuem esse cunho, respeitando, além dos requisitos básicos para a elaboração de um bom caso, critérios para uma educação ambiental crítica – por exemplo, o foco em ações não apenas individuais, mas coletivas, e o incentivo à participação política.

O capítulo de abertura, escrito pelas organizadoras, expõe os fundamentos do método e elenca as principais características dos casos apresentados nos capítulos seguintes, explicitando as questões científicas e sociocientíficas que podem ser abordadas por meio deles. Destaca-se, ainda, o prefácio, escrito pela professora Ana Luiza de Quadros, que realiza uma interessante leitura da obra a partir de conceitos de Vigotski.

As propostas de *Estudos de caso no ensino de ciências naturais e na educação ambiental* tratam de resgatar o caráter produtivo e a seriedade da palavra debate, tão esvaziada e incompreendida na atualidade, resumida ao mero antagonismo retórico e à possibilidade – pretensa, mas falsamente democrática – de dar voz, justamente, a quem se recusa a ouvir. Pelo contrário, nas narrativas dispostas no livro compõem, frequentemente, personagens identificados com o mundo e com a prática da ciência, como especialistas, universitários e profissionais da saúde – o que pode educar os estudantes a compreenderem que a atividade argumentativa deva se desenvolver a partir de evidências e informações objetivas, amparadas por conceitos que ultrapassem a superficialidade do cotidiano e do senso comum.

Por essa razão, num momento em que o anti-intelectualismo se torna uma ameaça crescente à sociedade (e, especificamente, à saúde pública, vide o lamentável movimento antivacinação), *Estudos de caso no ensino de ciências naturais e na educação ambiental*, e o conjunto de educadores e educadoras que o elaboraram, merecem ser saudados.

QUEIROZ, Salette L.; SACCHI, Flávia G. (Org.). *Estudos de caso no ensino de ciências naturais e na educação ambiental*. São Carlos: Diagrama Editorial, 2020. 168 p.

O download gratuito do livro pode ser feito em cdcc.usp.br/publicacoes.