

química nova

NA ESCOLA

VOLUME

43

Nº 1, FEVEREIRO 2021

- 4 História em quadrinhos como fio condutor na promoção da argumentação de Licenciandos em Química
Guilherme B. da Silva e Salete L. Queiroz
- 16 Contribuições de ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação para a inserção de estudantes na prática científica de argumentar
Stefannie S. Ibraim e Rosária Justi
- 29 Questão sociocientífica e emergência da argumentação no Ensino de Química
Verônica T. S. Batinga e Thiara V. S. Barbosa
- 38 O método de Estudos de Caso na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química: uma revisão bibliográfica
Ágatha L. Selbach, Daniele P. Daniel, Daniel C. A. Ribeiro e Camila G. Passos
- 51 Interações Argumentativas no Ensino de Química a partir de um texto histórico
Tatiana C. Ramos, Paula C. C. Mendonça e Nilmara B. Mozzer
- 62 Dialogismo e apropriação de aspectos enunciativos por meio da produção de contos na formação de Professoras de Química
Tatiana S. Andrade e Erivanildo L. da Silva
- 74 Investigação Orientada por Argumentos no Ensino de Química de Nível Médio: uma proposta em cinética
Soledad M. Barbosa e Nilcimar S. Souza
- 86 O papel do terceiro na argumentação dialogal: identificando o perfil argumentativo em uma atividade de júri simulado
Lôany G. da Silva e Wellington Francisco
- 94 O processo de tomada de decisão e a percepção de aspectos da natureza da ciência no discurso argumentativo sobre casos sociocientíficos
Jéssyca B. S. Rodrigues e Karen C. Weber
- 105 Argumentação sociocientífica em torno da implantação de uma usina termoeletrica em Sergipe
Filipe S. de Oliveira, Maria C. P. Cruz e Adjane C. T. e Silva
- 119 Utilização do Modelo de Debate Crítico como Estratégia Didática para a Construção do Conhecimento Químico na Perspectiva de uma Aprendizagem Significativa Crítica
Kátia A. S. Aquino, Géssica K. de Queiroz e Fabiana S. Aquino
- 129 Lembrança Estimulada no Desenvolvimento da Prática Reflexiva de Licenciandos em Química sobre Argumentação
Ariane B. Lourenço, Lamonielli F. Michaliski, Armin Weinberger e Salete L. Queiroz

EDITORES

Paulo Alves Porto (IQ-USP)

Salete Linhares Queiroz (IQSC-USP)

CONSELHO EDITORIAL

Alice Ribeiro Casimiro Lopes (FE-UERJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil)

António Francisco Carrelhas Cachapuz (UA - Aveiro, Portugal)

Attico Inacio Chassot (IPA - Porto Alegre, RS - Brasil)

Aureli Caamaño (UB - Barcelona, Espanha)

Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE - Recife, PE - Brasil)

Eduardo Fleury Mortimer (UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil)

Eduardo Motta Alves Peixoto (IQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)

Gisela Hernández (UNAM - Cidade do México, México)

Julio Cezar Foschini Lisbôa (GEPEQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)

Lenir Basso Zanon (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)

Luiz Henrique Ferreira (UFSCar - São Carlos, SP - Brasil)

Marcelo Giordan (FE-USP - São Paulo, SP - Brasil)

Otávio Aloísio Maldaner (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)

Peter Fensham (QUT - Vitória, Austrália)

Roberto Ribeiro da Silva (UnB - Brasília, DF - Brasil)

Roseli Pacheco Schnetzler (UNIMEP - Piracicaba, SP - Brasil)

ASSISTENTE EDITORIAL

Giseli de Oliveira Cardoso

Química Nova na Escola é uma publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Química que tem como local de publicação a sede da sociedade localizada no Instituto de Química da USP -

Av. Prof. Lineu Prestes, 748, Bloco 3 superior, sala 371

05508-000 São Paulo - SP, Brasil

Fone: (11) 3032-2299,

Endereço-e: sbqsp@iq.usp.br

Indexada no *Chemical Abstracts*, *DOAJ*, *Latindex* e *EDUBASE*

Correspondência deve ser enviada para:

Química Nova na Escola

Av. Prof. Lineu Prestes, 748

05508-000 São Paulo - SP, Brasil

Fone: (11) 3032-2299

Fax (11) 3814-3602

Endereço-e: qnesc@sbq.org.br

Química Nova na Escola na internet:

<http://qnesc.sbq.org.br>

Copyright©2021 Sociedade Brasileira de Química

Para publicação, requer-se que os manuscritos submetidos a esta revista não tenham sido publicados anteriormente e não sejam submetidos ou publicados simultaneamente em outro periódico. Ao submeter o manuscrito, os autores concordam que o *copyright* de seu artigo seja transferido à Sociedade Brasileira de Química (SBQ), se e quando o artigo for aceito para publicação.

O *copyright* abrange direitos exclusivos de reprodução e distribuição dos artigos, inclusive separatas, reproduções fotográficas, microfílmicas ou quaisquer outras reproduções de natureza similar, inclusive traduções. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em bancos de dados ou transmitida sob qualquer forma ou meio, seja eletrônico, eletrostático, mecânico, por fotocopiagem, gravação, mídia magnética ou algum outro modo com fins comerciais, sem permissão por escrito da detentora do *copyright*.

Embora todo esforço seja feito pela SBQ, Editores e Conselho Editorial para garantir que nenhum dado, opinião ou afirmativa errada ou enganosa apareçam nesta revista, deixa-se claro que o conteúdo dos artigos e propagandas aqui publicados são de responsabilidade, única e exclusivamente, dos respectivos autores e anunciantes envolvidos. Consequentemente, a SBQ, o Conselho Editorial, os Editores e respectivos funcionários, diretores e agentes isentam-se, totalmente, de qualquer responsabilidade pelas consequências de quaisquer tais dados, opiniões ou afirmativas erradas ou enganosas.

diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Argumentação no Ensino de Química / Argumentation in Chemistry Teaching

- 4 História em quadrinhos como fio condutor na promoção da argumentação de Licenciandos em Química
Using comic books as a thread to encourage argumentation among pre-service chemistry teachers
Guilherme Balestiero da Silva e Salete Linhares Queiroz
- 16 Contribuições de ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação para a inserção de estudantes na prática científica de argumentar
Contributions of actions that may support argumentation-based teaching to students' involvement in the scientific practice of arguing
Stefannie S. Ibrahim e Rosária Justi
- 29 Questão sociocientífica e emergência da argumentação no Ensino de Química
Socioscientific issue and emergency of argumentation in chemistry teaching
Verônica Tavares Santos Batinga e Thiara Vanessa da Silva Barbosa
- 38 O método de Estudos de Caso na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química: uma revisão bibliográfica
The Case Studies method in promoting argumentation in Higher Chemistry Education: a bibliographic review
Ágatha Lottermann Selbach, Daniele Prestes Daniel, Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro e Camila Greff Passos
- 51 Interações Argumentativas no Ensino de Química a partir de um texto histórico
Argumentative interactions in chemistry teaching from a historical text
Tatiana C. Ramos, Paula C. C. Mendonça e Nilmar B. Mozzler
- 62 Dialogismo e apropriação de aspectos enunciativos por meio da produção de contos na formação de Professoras de Química
A dialogism and appropriation of enunciative aspects through the production of tales in the training of chemistry teachers
Tatiana Santos Andrade e Erivanildo Lopes da Silva
- 74 Investigação Orientada por Argumentos no Ensino de Química de Nível Médio: uma proposta em cinética
Argument-driven inquiry in the teaching of middle-level chemistry: a proposal in kinetics
Soledad Mureb Barbosa e Nilcimar dos Santos Souza
- 86 O papel do terceiro na argumentação dialogal: identificando o perfil argumentativo em uma atividade de júri simulado
The role of the third party in dialogical argumentation: identifying the argumentative profile in a simulated jury activity
Lôany G. da Silva e Wellington Francisco
- 94 O processo de tomada de decisão e a percepção de aspectos da natureza da ciência no discurso argumentativo sobre casos sociocientíficos
The decision-making process and the perception of aspects of the nature of science in the argumentative discourse about socioscientific cases
Jéssyca Brena S. Rodrigues e Karen C. Weber
- 105 Argumentação sociocientífica em torno da implantação de uma usina termoeétrica em Sergipe
Socioscientific argumentation about the implantation of a thermoelectric plant in Sergipe
Filipe S. de Oliveira, Maria Clara P. Cruz e Adjane da C. T. e Silva
- 119 Utilização do Modelo de Debate Crítico como Estratégia Didática para a Construção do Conhecimento Químico na Perspectiva de uma Aprendizagem Significativa Crítica
Use of the critical debate model as a teaching strategy for the construction of chemical knowledge from the perspective of a critical meaningful learning
Kátia Aparecida da S. Aquino, Géssica Karla de Queiroz e Fabiana da S. Aquino
- 129 Lembrança Estimulada no Desenvolvimento da Prática Reflexiva de Licenciandos em Química sobre Argumentação
Stimulated recall in the development of the undergraduate chemistry students' reflexive practice on argumentation
Ariane B. Lourenço, Lamonielli F. Michaliski, Armin Weinberger e Salete L. Queiroz

Argumentação no ensino de química: pesquisas nacionais em destaque

Desde a década de 1990 tem sido expressivo o número de artigos publicados sobre a argumentação no ensino de ciências. Investigações voltadas à temática, no âmbito do ensino de química, passaram a ser divulgadas em nosso país a partir da década de 2000, tomando impulso nos últimos dez anos. Justificativas para tanto repousam no entendimento praticamente consensual de que a promoção de espaço para o exercício da argumentação pode auxiliar os estudantes na aprendizagem de conceitos científicos, no desenvolvimento do pensamento crítico, na capacidade de comunicação e de tomada de decisão responsável, assim como na compreensão da construção histórica e social do conhecimento químico. Além disso, a recente homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) contribuiu para oferecer maior visibilidade ao assunto, uma vez que estabelece a argumentação como uma competência a ser desenvolvida em sala de aula.

Este número de *Química Nova na Escola* apresenta um conjunto de textos a respeito de pesquisas sobre argumentação no ensino de química, oferecendo ao leitor a possibilidade de aprofundamento nessa temática emergente. A leitura tem potencial para mostrar as contribuições de estudos dessa natureza para a prática docente e também para salientar os desafios metodológicos que os permeiam. Ademais, as questões abordadas pelos autores estão alinhadas com as tendências atuais observadas em vários países para os estudos sobre argumentação, existindo uma clara sinalização sobre a relevância dos modos dialógicos de interação no processo de ensino-aprendizagem, com a concomitante necessidade de preparo dos professores para fomentá-los.

Nessa perspectiva, duas vertentes principais foram privilegiadas nos artigos que compõem a edição: pesquisas sobre *estratégias que visam à promoção da argumentação em ambientes de ensino*; e sobre *a formação de professores e as demandas de um ensino pautado na argumentação*.

Na primeira vertente estão quatro artigos que tratam de estratégias didáticas baseadas na discussão de questões socio-científicas (QSC) e dois que se voltam a questões relacionadas a conceitos químicos, além de um artigo de revisão sobre uma estratégia em particular, o método de Estudos de Caso. Na segunda vertente, dois artigos dedicam-se à formação continuada e três à formação inicial de professores.

As QSC abordadas foram a suplementação alimentar, a implantação de usina termoelétrica, os alimentos com conservantes, os agrotóxicos na cultura do abacaxi e o desenvolvimento de um substituto para o sangue, disponível para transfusões. As interações discursivas ocorridas na resolução das QSC foram analisadas de formas distintas, assim como a qualidade dos argumentos gerados. No artigo “Questão sociocientífica e emergência da argumentação no ensino de química”, por exemplo, a análise foi desenvolvida com base nas categorias: argumento, contra-argumento e resposta; e natureza da argumentação: ambiental, científica, econômica, ética e social. Os resultados mostraram que a resolução da QSC estabeleceu um contexto favorável à argumentação, fornecendo indícios de construção do conhecimento sobre o tema suplementação alimentar.

Destaque a conhecimentos químicos tradicionais, e não às QSC, foi dado pelos autores dos artigos “Interações argumentativas no ensino de química a partir de um texto histórico” e “Investigação orientada por argumentos no ensino de química de nível médio: uma proposta em cinética”. No primeiro, a intenção foi investigar como um texto histórico sobre a teoria das misturas gasosas proposta por Dalton poderia auxiliar os estudantes no envolvimento em interações argumentativas, enquanto no segundo foram buscados indícios sobre o favorecimento da prática de argumentação, a partir da realização de atividades experimentais de cinética química conduzidas com base em um modelo instrucional, denominado de *Argument-Driven Inquiry*. Foi possível constatar que o texto histórico alcançou o *status* de ferramenta epistêmica, propiciando aos estudantes meios de comunicar e justificar seus argumentos, e a adoção do referido modelo os aproximou da argumentação característica da linguagem científica.

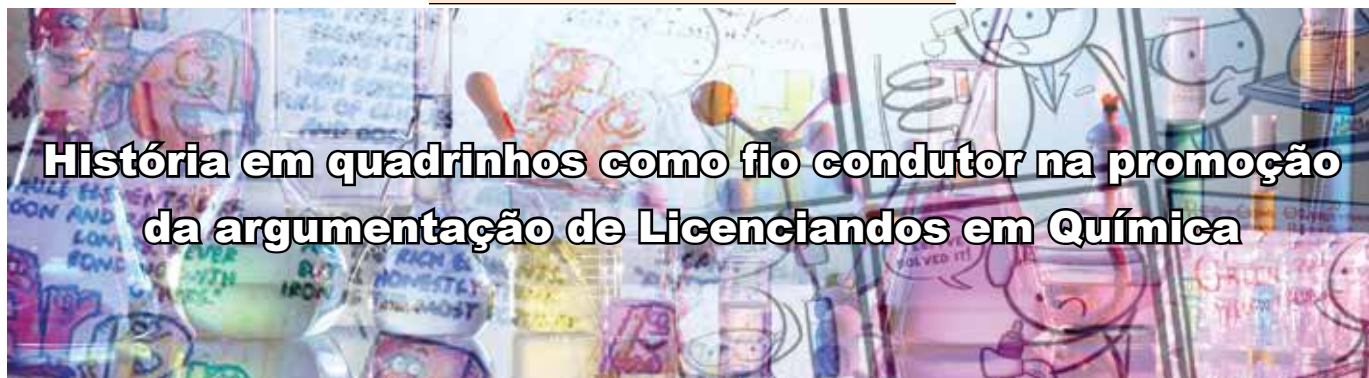
Para que a argumentação se torne frequente em ambientes de ensino de química, a inserção em sala de aula de um repertório de estratégias favoráveis ao seu desencadeamento, como as relatadas neste número da *QNEsc*, precisa estar associada à capacidade do professor em engajar os estudantes em situações investigativas, rompendo com rotinas institucionais usuais. É sobre os importantes desdobramentos das ações docentes ao favorecimento do envolvimento do alunado em processos argumentativos que tratam os artigos “Contribuições de ações favoráveis ao ensino envolvendo argumentação para a inserção de estudantes na prática científica de argumentar” e “O papel do terceiro na argumentação dialogal: identificando o perfil argumentativo em uma atividade de júri simulado”. Neles são analisados episódios com foco em estratégias discursivas e ações verbais de professoras no ensino básico e superior, respectivamente.

Ainda no que tange à formação de professores frente às demandas de um ensino pautado na argumentação, o leitor irá encontrar os seguintes artigos, voltados ao contexto dos Cursos de Licenciatura: “História em quadrinhos como fio condutor da argumentação de licenciandos em química”; “Dialogismo e apropriação de aspectos enunciativos por meio da produção de contos na formação de professoras de química”; “Lembrança estimulada no desenvolvimento da prática reflexiva de licenciandos em química sobre argumentação”.

Esperamos que este número especial, que conta com contribuições oriundas de vários Estados brasileiros, possa oferecer subsídios a futuras pesquisas sobre a argumentação, assim como estimular iniciativas que resultem no desenvolvimento, em todos os níveis de ensino, de práticas epistêmicas autênticas da ciência.

Desejamos uma ótima leitura e reforçamos o apelo para que, mesmo com o início da vacinação contra a covid-19, nossos leitores e leitoras continuem se cuidando!

Paulo A. Porto
Salette L. Queiroz
Editores de *QNEsc*



História em quadrinhos como fio condutor na promoção da argumentação de Licenciandos em Química

Guilherme Balestiero da Silva e Saete Linhares Queiroz

Este trabalho tem como objetivo a discussão e análise de uma atividade didática que visou a promoção da argumentação de licenciandos em química a partir da leitura do livro *Trinity*: a história em quadrinhos da primeira bomba atômica. Para tanto, os estudantes foram convidados a solucionar e argumentar diante de casos extraídos do referido livro. Além da viabilidade da leitura quadrinizada para a promoção da argumentação e a discussão acerca de questões sociocientíficas, as análises indicaram argumentos de limitada complexidade estrutural. Nessa perspectiva, os resultados reforçam a necessidade de práticas educativas voltadas para o desenvolvimento das habilidades argumentativas de professores em formação, os quais possivelmente atuarão na educação básica desempenhando o papel de formadores de opinião.

► ensino de química, argumentação, história em quadrinhos ◀

Recebido em 25/08/2020, aceito em 05/10/2020

4

Questões sociocientíficas (QSC) são comumente definidas como problemáticas sociais controversas que se relacionam com conceitos ou procedimentos científicos (Conrado e Nunes-Neto, 2018). Diante da natureza desse tipo de questão, a discussão a respeito de QSC em espaços formativos pode contribuir para o desenvolvimento da argumentação dos educandos, e também conduzir à formação de cidadãos que entendam a natureza da ciência, suas aplicações e implicações sociais, econômicas e políticas (Owens, Sadler e Zeidler, 2017). Em salas de aula de ciências, a inserção de QSC vai ao encontro do que, segundo Karisan e Zeidler (2017), consiste na premissa da educação científica das últimas três décadas, a alfabetização científica, que por sua vez é um constructo multidimensional e complexo. Para Sadler (2011), um indivíduo cientificamente alfabetizado deve ser capaz de negociar e tomar decisões diante de situações do cotidiano que envolvam o conteúdo científico. Ademais, deve ser capaz de compreender os impactos da ciência e tecnologia no dia a dia, além de ler e entender os tópicos essenciais veiculados pela mídia, refletindo criticamente sobre as informações.

Em salas de aula de ciências, a inserção de QSC vai ao encontro do que, segundo Karisan e Zeidler (2017), consiste na premissa da educação científica das últimas três décadas, a alfabetização científica, que por sua vez é um constructo multidimensional e complexo.

Em contraponto às potencialidades oriundas do trabalho com questões de natureza controversa em salas de aula de ciências, alguns autores ainda apontam para um distanciamento entre professores e a abordagem desse tipo de questões em sua prática pedagógica. De acordo com Pérez e Carvalho (2012, p. 729), o trabalho com QSC na formação de professores se torna altamente recomendável visto que: “geralmente, os professores de ciências são especializados em disciplinas específicas e não foram preparados para trabalhar aspectos sociais, políticos e éticos envolvidos em assuntos públicos adjacentes ao progresso científico e tecnológico”.

Para Bossér e Lindahl (2019), práticas dialógicas estabelecidas a partir de questões socialmente controversas exigem novas demandas para os professores, como propiciar um ambiente que encoraja os educandos a expressarem suas opiniões durante as discussões. Contudo, de acordo com as características desse tipo de questão, podem emergir em sala de aula aspectos relacionados a emoções oriundas da empatia com outros indivíduos. Dessa forma, desenvolver estratégias que possibilitem o trato de tais emoções se torna relevante,

porém desafiador para os professores. De fato, o que tem se verificado na literatura é a falta de confiança dos docentes para lidarem com outros aspectos que possam emergir das discussões para além dos conteúdos científicos tradicionais. Por mais que os docentes demonstrem interesse na abordagem de QSC no ensino de ciências, usualmente optam por uma abordagem mais segura que se contrapõe aos próprios objetivos da atividade.

Nesse contexto, uma maneira de inserir as QSC em ambientes de ensino é por meio de práticas argumentativas, as quais ganharam espaço nas últimas décadas, sendo alvo de atenção em estudos da área de Educação em Ciências (Robertshaw e Campbell, 2013; Cetin, 2014; Silva e Queiroz, 2019). Tais estudos têm sinalizado a relevância da formação de professores que compreendam a importância da argumentação na educação básica e que sejam capazes de refletir criticamente sobre diferentes situações.

No entanto, Sampson e Blanchard (2012) salientam a pouca recorrência de espaços para a argumentação em salas de aula de ciências e apresentam como uma das possíveis explicações para isso o limitado conhecimento pedagógico dos professores sobre a temática. Nesse contexto, o contato dos futuros docentes com práticas argumentativas torna-se relevante para que não somente compreendam a importância da sua inserção em salas de aula, como também venham a ser capazes de desenvolver as próprias habilidades argumentativas e de reflexão crítica.

Associado a esse contexto, que evidencia as potencialidades do emprego e exercício de práticas argumentativas frente a questões sociocientíficas no ensino de ciências e a sua pouca recorrência em sala de aula, diferentes estudos também salientam o insucesso dos alunos brasileiros em outras áreas, como a leitura (Almeida e Pagliarini, 2016). Ao direcionar o olhar para a formação de professores de ciências e sua relação com a leitura, Flôr (2009) destaca que a partir dos diferentes trabalhos envolvendo essa relação que vêm sendo realizados, o que se verifica é que os estudantes dos cursos de graduação em ciências naturais não têm o hábito e/ou não são solicitados a escrever sobre suas ideias, pensamentos, impressões e críticas. Este fato, segundo o autor, corrobora para o fortalecimento da visão que muitos professores de ciências têm de que atividades que incluam ler e escrever só dizem respeito à disciplina de língua portuguesa.

Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo, discutir e analisar uma atividade didática pautada na promoção da argumentação de licenciandos em química diante de QSC, a partir do estabelecimento de práticas de leitura de uma HQ e da resolução de casos extraídos da mesma. Nesse contexto, almejamos investigar os argumentos dos futuros professores diante de questões socialmente controversas e então tecer considerações a respeito da sua qualidade estrutural.

Fundamentação teórica

De modo a investigarmos a qualidade estrutural dos argumentos empregados pelos futuros professores, recorremos ao Modelo de Argumento de Toulmin (TAP) (Toulmin, 2001), amplamente empregado na área do ensino de ciências (Sá, Kasseboehmer e Queiroz, 2014).

Centralizando a discussão no que denominou *layout* do argumento (Figura 1), Toulmin propõe que a estrutura básica de um argumento válido é composta por três elementos: dado (D), justificativa (J) e conclusão (C). O primeiro elemento corresponde a informações factuais nas quais alegações ou conclusões serão fundamentadas. Para tanto, de forma a estabelecer uma conexão entre as informações factuais e a conclusão, se faz necessário o emprego das justificativas.

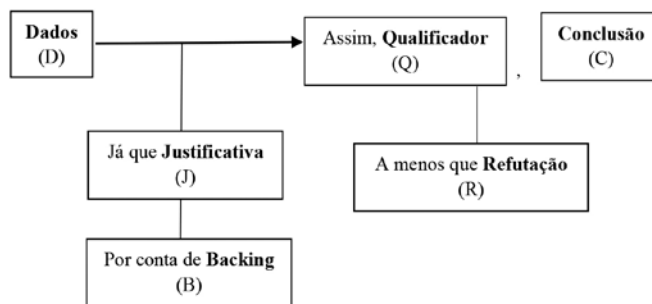


Figura 1: Modelo de argumento proposto por Toulmin (2001). Fonte: Toulmin (2001, p. 143).

Partindo dessa estrutura básica, Toulmin (2001) ainda sugere outros elementos que configurariam a um argumento uma melhor qualidade estrutural. São esses elementos os *backings* (B), as refutações (R), e os qualificadores modais (Q). A respeito dos *backings*, consistindo em conhecimentos básicos (teóricos ou empíricos), estes fornecem suportes às justificativas empregadas. Por sua vez, os qualificadores modais se apresentam geralmente em forma de advérbios (certamente, necessariamente etc.), para salientar o grau de força que determinada justificativa confere à

conclusão. Contudo, podem existir em um argumento condições de exceção em que uma justificativa ou até mesmo a conclusão se tornam inválidas, é nesses casos que contamos com a presença de uma refutação.

Considerando o Modelo de Toulmin (2001) (Figura 1) e de modo a avaliarmos a qualidade estrutural dos argumentos empregados pelos futuros professores serão observadas as combinações dos elementos do TAP presentes em suas respostas. Conforme sinalizado no Quadro 1, fornecido por Erduran, Simon e Osborne (2004), combinações com maior número de elementos implicam em um argumento mais complexo e elaborado estruturalmente.

Associada a essas combinações, passíveis de serem observadas nas respostas dos futuros professores, também

[...] o contato dos futuros docentes com práticas argumentativas torna-se relevante para que não somente compreendam a importância da sua inserção em salas de aula, como também venham a ser capazes de desenvolver as próprias habilidades argumentativas e de reflexão crítica.

Quadro 1 - Grau de complexidade dos argumentos proposto por Erduran, Simon e Osborne (2004).

COMPLEXIDADE	Combinação dos elementos	Código da combinação
	Conclusão/Dado/Justificativa	CDJ
	Conclusão/Dado/Justificativa/Backing	CDJB
	Conclusão/Dado/Justificativa/Refutação	CDJR
	Conclusão/Dado/Justificativa/Qualificador Modal	CDJQ
	Conclusão/Dado/Justificativa/Backing/Qualificador Modal	CDJBQ
Conclusão/Dado/Justificativa/Backing/Qualificador Modal/Refutação	CDJBQR	

consideraremos, em concordância com Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), a frequência de justificativas ou *backings*, a qual também julgamos como um indicador significativo da qualidade estrutural dos argumentos.

Percorso Metodológico

6

Contexto de Aplicação da Proposta

A aplicação das atividades ocorreu junto a alunos matriculados em disciplina de um curso de licenciatura em uma universidade pública do Estado de São Paulo. A conveniência da aplicação da proposta na referida disciplina se deve ao fato de que ela visa o desenvolvimento da capacidade de investigação e análise crítica dos alunos, por meio do conhecimento, discussão e posicionamento diante de problemas relacionados ao impacto da química na sociedade.

A realização das atividades compreendeu nove aulas de aproximadamente 100 minutos, e contou com a participação de cinco, dentre os sete alunos matriculados na disciplina, em todas as etapas. Ademais, a experiência levada a cabo contou com um ambiente de leitura quadrinizada para a abordagem e promoção de discussão a respeito de diferentes QSC. A HQ selecionada para estudo diz respeito à obra “Trinity: a história em quadrinhos da primeira bomba atômica”, de autoria de Jonathan Fetter-Vorm (2013). A HQ trata do teste “Trinity”, realizado durante a segunda guerra mundial, que visava à construção da bomba atômica, e apresenta em seu bojo tópicos pertinentes ao ensino de química, física e história, envolvendo uma temática polêmica a respeito da mobilização de conhecimentos científicos para a construção de um armamento extremamente letal.

No contexto das atividades realizadas em sala de aula, as QSC enfatizadas a partir da leitura da HQ “Trinity” dizem respeito a diferentes aspectos relacionados à prática

A HQ trata do teste “Trinity”, realizado durante a segunda guerra mundial, que visava à construção da bomba atômica, e apresenta em seu bojo tópicos pertinentes ao ensino de química, física e história, envolvendo uma temática polêmica a respeito da mobilização de conhecimentos científicos para a construção de um armamento extremamente letal.

científica, e aqui destacaremos o conflito existente frente à necessidade de sigilo para a realização de um trabalho em equipe e cooperativo que, em teoria, pode contribuir significativamente para o sucesso de um projeto científico. Salientamos que esta questão é adequada para aguçar nos licenciandos o entendimento sobre a interdependência da ciência com aspectos políticos, históricos, econômicos, sociais e culturais.

Os conteúdos curriculares abarcados na atividade didática estão alinhados com alguns dos objetivos da disciplina: propiciar reflexão sobre as relações entre química e sociedade, assim como fornecer subsídios para a compreensão e análise das implicações sociais e ambientais relacionados a processos químicos utilizados no sistema produtivo. A articulação entre esses tópicos ocorreu a partir da solicitação aos estudantes de resolução dos casos extraídos da HQ. Assim, os estudos de caso funcionaram como fios condutores que facilitaram a aquisição e o compartilhamento de conteúdos curriculares. Para além dos referidos conteúdos, comportamentos orientados por princípios éticos, envolvendo os personagens dos casos, também foram alvo de escrutínio por parte dos estudantes.

Cabe esclarecer que um caso, como os extraídos da HQ, consiste em uma narrativa, escrita sob forma de dilema, que visa à educação e não somente o entretenimento (Silva e Queiroz, 2019). A narrativa traz em seu bojo um problema que precisa ser resolvido pelos educandos e que admite mais de uma solução. A produção de casos se dá a partir de diversos recursos, como artigos de jornais, livros e filmes. Os casos possuem em comum a presença de informações que são fundamentais para balizar a tomada de decisão frente ao dilema exposto.

Atividades Desenvolvidas

Com o anseio de promover a argumentação em sala de aula, foram construídos pelos autores do presente artigo três casos a partir de excertos extraídos do texto da HQ. Tais casos, conforme mencionado anteriormente, foram elaborados de forma que a narrativa abarcasse um problema que precisa ser resolvido pelos educandos e que admite mais de uma solução. Diante da extensão da HQ selecionada, e considerando a importância da leitura integral da mesma, o texto do livro foi dividido em fragmentos menores que foram lidos ao longo do semestre letivo, e não somente nas ocasiões em que os casos foram aplicados.

O primeiro caso apresenta um conflito envolvendo o desenvolvimento da ciência e o trabalho em equipe em contraponto ao sigilo envolvendo a construção de armamentos nucleares. Logo, o protagonista da situação era o cientista Oppenheimer, o qual deveria decidir se prosseguiria, ou não, com o plano de conceder liberdade para os cientistas

A questão do sigilo no Projeto Manhattan
<p>O Projeto Manhattan, concebido por Groves, era impressionante por muitos motivos. Sua larga escala: a unidade de difusão, em Oak Ridge, no Tennessee, era o maior prédio do mundo. O número total de pessoas envolvidas: no auge da produção, cerca de 80 mil trabalhavam em Oak Ridge. O tempo espantosamente curto entre a prancheta e a linha de montagem: equipes de operários, trabalhando contra o relógio, terminavam uma nova casa a cada 15 minutos.</p> <p>Mas outro fato impressionante pode facilmente passar despercebido - todos esses esforços – esses milhares de trabalhadores, as incontáveis toneladas de material de construção e o imensurável investimento de tempo e energia – era segredo. O povo americano – incluindo o Congresso – nem sequer sabia que o Projeto Manhattan existia.</p> <p>[Senador] <i>E como essa verba solicitada será exatamente aplicada?</i></p> <p>[Membro do Projeto Manhattan]. <i>Isso é confidencial, senador.</i></p> <p>Groves compartimentou o Projeto Manhattan de modo que nenhuma organização ou indivíduo tivesse completa noção daquilo em que estava trabalhando.</p> <p>[Operário] <i>Cuido para que os canos não vazem.</i></p> <p>[Operária] <i>Faço com que as máquinas não esquentem demais.</i></p> <p>[Militar] <i>Lembro as pessoas de não fazerem perguntas.</i></p> <p>O Projeto Manhattan foi tão eficiente em manter sua confidencialidade que, mais tarde, organizações secretas como a CIA o usaram como modelo. Mas em Los Alamos – o novo lar de algumas das mentes mais brilhantes do país – a questão do sigilo não era assim tão simples.</p> <p>[Cientistas] <i>Não venha me falar de sigilo! Não há como fazer ciência sem a livre troca de ideias.</i></p> <p>Um dos primeiros desafios de Groves foi tentar separar os cientistas: muitos deles se recusaram totalmente a fazer isso.</p> <p>[Militar] <i>Eles ignoram suas ordens, senhor! O que devo fazer?</i></p> <p>[Groves] <i>São um bando de crianças. Eles só precisam de um pouco de disciplina.</i></p> <p>[Oppenheimer] <i>Você sabe que a maioria desses homens deixou a Europa para fugir do militarismo.</i></p> <p>[Groves] <i>Mas é como se eles nem entendessem que estamos em guerra.</i></p> <p>[Oppenheimer] <i>Mas você não acha que eles têm razão? Como você espera que eles colaborem entre si se não sabem o que os outros estão fazendo? E se os cientistas fossem livres para falar o que quisessem ..., mas só dentro do laboratório? Todos podem saber tudo, mas somente numa área cuidadosamente restrita. E fica por conta dos cientistas policiarem a si mesmos?</i></p> <p>Nessa situação, deveria Oppenheimer seguir com o plano de deixar os cientistas livres para falar o que quisessem, mas só dentro do laboratório, ficando por conta de cada um deles o policiamento a si mesmo? Sim ou não? Por quê?</p>

Fonte: Fetter-Vorm (2013), p. 33 – 36.

discutirem questões inerentes ao extremamente sigiloso Projeto Manhattan entre eles, dentro dos laboratórios. A narrativa do caso está apresentada no Quadro 2, uma vez que são discutidos neste artigo os resultados da sua aplicação.

O dilema abordado no segundo caso surge quando Oppenheimer, aconselhado por Bohr, deveria decidir se comunicava abertamente para a população o que estava sendo realizado no Projeto Manhattan, evidenciando assim o poder de destruição da arma em desenvolvimento. Para Bohr, com o conhecimento do que uma bomba atômica é capaz, ninguém seria tolo o suficiente de construir um armamento que poderia levar à destruição mundial. Diante dessa ideia, os futuros professores precisavam argumentar se Oppenheimer deveria, ou não, seguir o conselho do colega. Por fim, o terceiro caso coloca novamente os cientistas como os protagonistas, sendo os educandos solicitados a argumentar se estes deveriam, ou não, ter feito parte da construção das bombas atômicas, que posteriormente foram lançadas nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki.

Os casos foram aplicados em três aulas sucessivas, seguindo os mesmos passos (Figura 2). Inicialmente os estudantes fizeram a leitura silenciosa e individual do caso e elaboraram a sua argumentação escrita frente ao dilema com o qual se depararam. Na sequência, cada um deles expôs sua argumentação e o professor conduziu a discussão de modo que fossem considerados os aspectos presentes no Quadro 3

(primeira coluna), que se encontram associados ao contexto do caso em análise (segunda coluna).



Figura 2: Etapas de aplicação dos casos extraídos da HQ “Trinity”.

Na etapa final, considerando a discussão, o estudante poderia manter sua posição inicial acrescentando elementos que melhorariam sua argumentação escrita, ou mudar de decisão evidenciando o porquê de tal mudança.

Coleta e Análise dos Dados

De modo a investigarmos os argumentos produzidos pelos licenciandos, uma série de ações foram desencadeadas. Inicialmente foram aplicados Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e estes, cientes da investigação, concordaram com a participação na pesquisa. No mais, todas as dinâmicas realizadas em sala de aula, como a leitura da obra quadrinizada em conjunto e em voz alta, e as discussões conduzidas pelo docente foram gravadas em áudio por meio

Quadro 3 – Tópicos contemplados no momento de discussão oral e exposição de opiniões (Figura 2).

Ponto de conflito	Respeitar a natureza da ciência vs. Respeitar o sigilo acordado
Partes interessadas	Oppenheimer; Cientistas; Groves; Governo norte-americano; Governos rivais; População norte-americana.
Possíveis consequências da liberdade de comunicação concedida aos cientistas	Maior possibilidade de vazamento de informações; condição de trabalho ideal para os cientistas; execução do Projeto mais rápido e a contento; prestígio devido à boa execução do Projeto; manutenção de boa relação entre os cientistas e Oppenheimer; confronto direto entre Oppenheimer e os demais líderes da cúpula do Projeto, como Groves.
Possíveis consequências da não liberdade de comunicação entre os cientistas	Maior garantia de manutenção do sigilo envolvendo o Projeto Manhattan; ambiente de pressão que dificulta a prática da ciência; desmotivação dos cientistas, frustração e insubordinação; maior tempo necessário para a finalização do Projeto; prolongamento da guerra.
Obrigações de Oppenheimer (Protagonista)	Respeitar a natureza da ciência; assegurar um bom trabalho para os cientistas; evitar o vazamento de informações; responder a Groves e ao governo norte-americano; manter o acordo de sigilo assumido previamente.

8

da utilização de quatro gravadores distribuídos na sala. As gravações permitiram o contato com diferentes impressões expostas pelos educandos no decorrer das atividades, bem como auxiliaram na captação das opiniões externalizadas nos referidos momentos de discussão.

Quanto ao estudo da qualidade estrutural dos argumentos, foram tomadas para análises as produções escritas iniciais e finais dos cinco licenciandos (Figura 2) que participaram de todas as atividades realizadas, identificados por nomes fictícios.

Resultados e Discussão

Para a investigação das produções argumentativas foi considerado o TAP (Toulmin, 2001), tendo sido identificados em cada argumento os componentes: dado, justificativa, *backing*, qualificador modal, refutação e conclusão. Em seguida, foi estabelecida uma comparação entre a complexidade dos argumentos na produção escrita inicial e na final. Cabe lembrar que tais combinações de componentes associadas à frequência em que aparecem são indicadores de qualidade estrutural dos

Após a discussão realizada em sala de aula conduzida pela docente, conforme esquematizado no Quadro 5, verificamos que a aluna optou por mudar sua decisão. Para isso, Alice faz uso de duas justificativas. Salientamos que tais justificativas foram apresentadas por outro licenciando no momento da discussão e dizem respeito à manutenção de acordo assumido previamente pelo cientista.

argumentos mediante o grau de complexidade e elaboração que promovem.

Assim sendo, considerando o primeiro caso extraído da HQ, os alunos foram convidados a argumentar, se na situação narrada, deveria, ou não, Oppenheimer seguir com o plano de deixar os cientistas livres para falar o que quisessem, mas somente dentro do laboratório, ficando por conta deles policiarem a si mesmos.

Assumindo o caráter estruturado do caso em que o problema é apresentado diretamente ao licenciando, contamos com um dado (D) fornecido o qual pode ser definido como: *Durante a realização do Projeto Manhattan, o sigilo envolvendo as ações dos cientistas é alvo de discórdia entre Oppenheimer e Groves.* Frente a esse dado, nos deparamos com duas possíveis conclusões: *Oppenheimer deve deixar os cientistas livres para falar o que quiserem, mas só dentro do laboratório, ficando por conta deles policiarem a si mesmos, ou, Oppenheimer não deve deixar os cientistas livres para falar o que quiserem, nem mesmo dentro do laboratório.*

Isto exposto, em um primeiro momento todos os licenciandos se mostraram favoráveis à ideia de conceder liberdade aos cientistas. Por sua vez, após a discussão realizada em sala de aula, quando foram contemplados os aspectos presentes no Quadro 3, os argumentos finais indicaram que um dos licenciandos mudou seu posicionamento, deixando de ser favorável e se tornando contrário a uma maior liberdade aos cientistas. Na sequência são discutidos os argumentos de cada um dos cinco futuros professores.

No Quadro 4 está esquematizada a resposta inicial fornecida pela aluna Alice, bem como sua análise na perspectiva de Toulmin (2001). O que verificamos foi um argumento inicial pouco complexo e elaborado para o qual identificamos apenas a combinação básica de elementos presentes no TAP (Toulmin, 2001) isto é, CDJ.

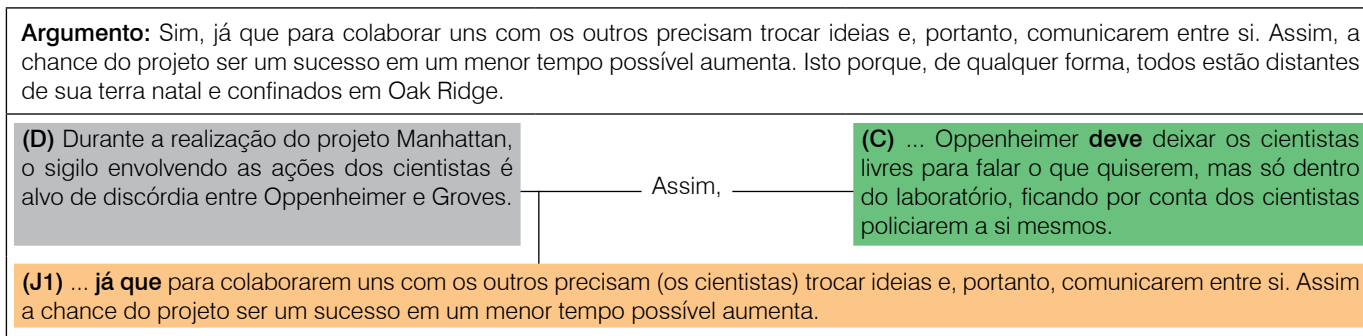
De acordo com o Quadro 4, observamos na resposta da aluna o uso de uma única justificativa para sustentar a sua posição. Após a discussão realizada em sala de aula conduzida pela docente, conforme esquematizado no Quadro 5,

verificamos que a aluna optou por mudar sua decisão. Para isso, Alice faz uso de duas justificativas. Salientamos que tais justificativas foram apresentadas por outro licenciando no momento da discussão e dizem respeito à manutenção de acordo assumido previamente pelo cientista. O futuro professor em questão era Francisco, cujos argumentos não foram considerados para a análise mediante a sua ausência

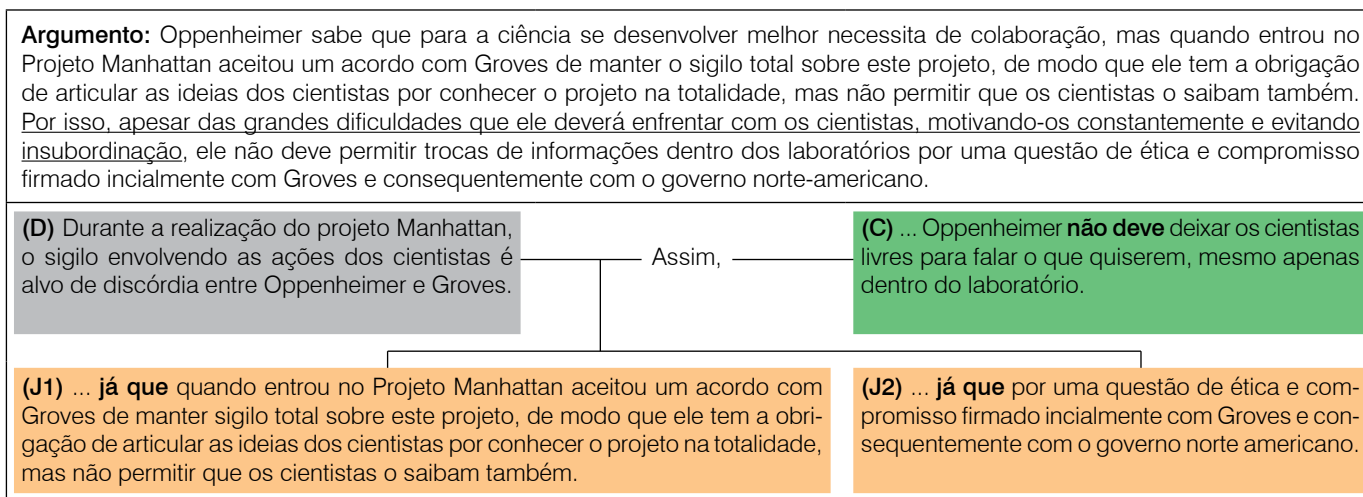
em algumas das atividades realizadas a partir da leitura da HQ “Trinity”, no entanto, ressaltamos que este era o único aluno que inicialmente se mostrava contrário à decisão de Oppenheimer.

Os argumentos de Francisco se fundamentavam em duas

Quadro 4: Argumento inicial da licencianda Alice.



Quadro 5: Argumento final da licencianda Alice.



justificativas: “**já que** embora a livre troca de ideia seja um dos requisitos para a ‘feitura’ da ciência, muitas situações exigem confidencialidade, que muitas vezes deve ser garantida através da firmação de contrato...” e “**já que** a confidencialidade quando exigida deve ser plenamente aceita pelo colaborador...”. No mais, com base em sua experiência profissional, Francisco também fez uso de um *backing* para apoiar suas justificativas, o qual consistia em: “**por conta de** que uma vez concordando em participar de tal empreitada sigilosa, [o indivíduo] está ciente do ônus e do bônus sem direito de ‘reclamar’ depois (do popular: o combinado não é caro)”

Nesse contexto, Alice que contava inicialmente com apenas uma justificativa para assumir que Oppenheimer deveria deixar os cientistas livres para comunicação dentro do laboratório, se sentiu compelida a mudar de posicionamento. Assim sendo, reforçamos o grau de persuasão e a força que um argumento assume mediante a quantidade de elementos estruturais do TAP (Toulmin, 2001). Logo, a mudança de opinião identificada nas respostas de Alice é fruto de uma pobre argumentação inicial que não se sustentou mediante contra-argumentos apresentados por terceiros.

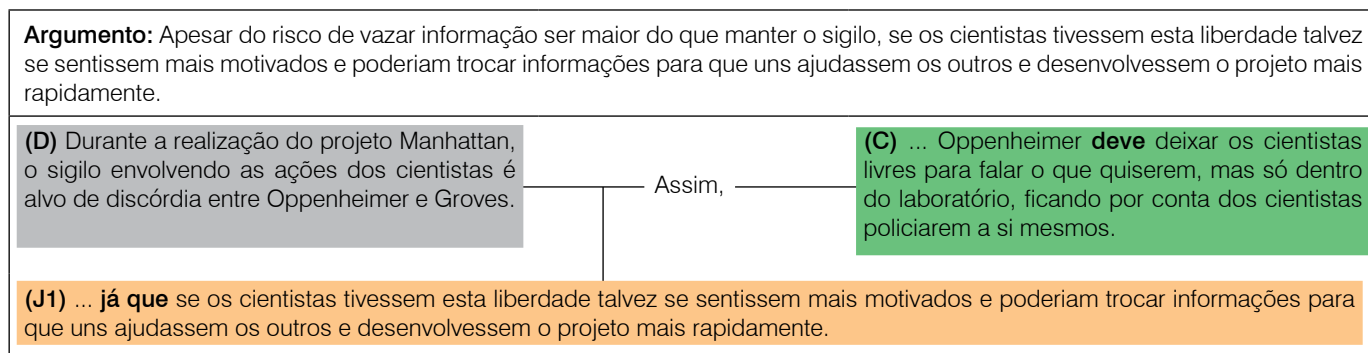
Ademais, no que tange à complexidade do novo argumento elaborado por Alice, verificamos que embora quantitativamente exista um maior número de justificativas após a discussão, na perspectiva de Erduran, Simon e Osborne (2004) ela se

mantém, uma vez que a combinação de elementos estruturais presentes é a mesma da resposta inicial, ou seja, CDJ. No entanto, enxergamos nesse ponto, como Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), uma limitação do que é proposto por Erduran, Simon e Osborne (2004), assim sendo, considerando também a frequência de justificativas apresentadas, classificamos o segundo argumento de Alice como ligeiramente mais elaborado e conseqüentemente de maior qualidade, uma vez que este último conta com duas justificativas.

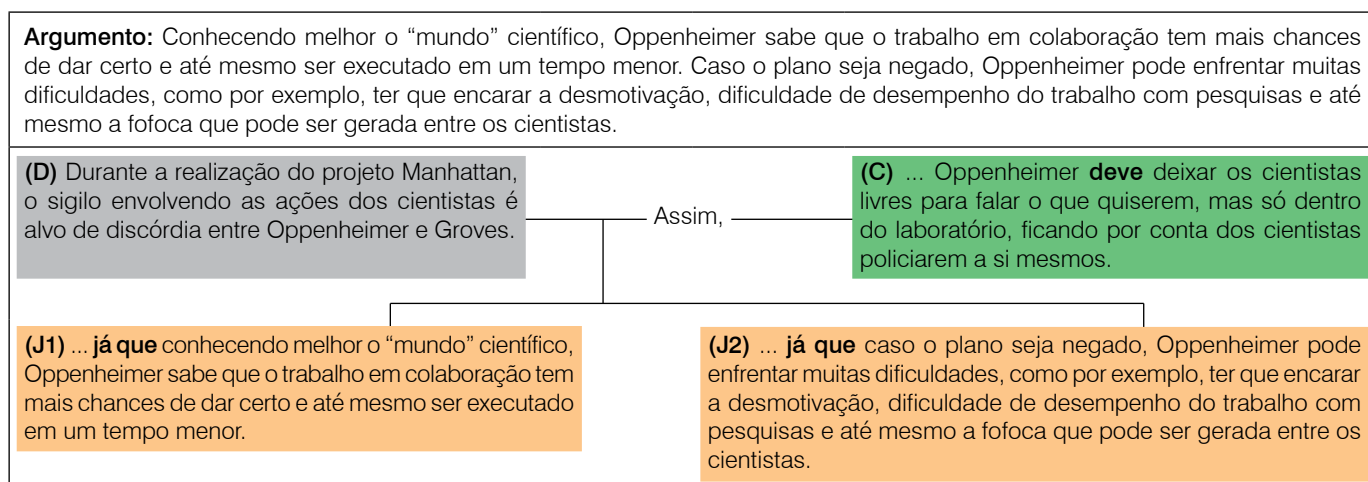
A segunda licencianda, cujos argumentos serão analisados na sequência, é Bianca. Conforme esquematizado no Quadro 6, assim como apresentado por Alice, a aluna inicialmente faz uso de apenas uma justificativa, o que implica em um argumento de pouca complexidade, sendo a combinação de elementos somente CDJ.

Mantendo as semelhanças com Alice, verificamos na resposta de Bianca após a discussão realizada em sala de aula, e conforme esquematizado no Quadro 7, o emprego de duas justificativas para sustentar a conclusão. Sendo assim, observamos a manutenção da justificativa apresentada anteriormente (J1), ou seja, com base na sua concepção da prática científica, Bianca considera que Oppenheimer permitir a troca de ideias pelos cientistas implica em uma maior probabilidade de sucesso do projeto, que poderá, por sua vez, ser finalizado em menor tempo. Também identificamos

Quadro 6: Argumento inicial da licencianda Bianca.



Quadro 7: Argumento final da licencianda Bianca.



10

a inserção de uma nova justificativa (J2) emergente da discussão conduzida pela professora, a qual consiste nas dificuldades que poderiam surgir se a forma como o trabalho dos cientistas estava sendo realizada se mantivesse.

Ou seja, constatamos o surgimento de uma justificativa a partir do momento em que se é estabelecido oralmente as consequências das possíveis ações para cada uma das partes envolvidas. Logo, mesmo que a combinação de elementos básicos CDJ tenha permanecido, o emprego quantitativamente maior de justificativas confere ao segundo argumento de Bianca, tal qual o de Alice, uma complexidade e, consequentemente uma qualidade maior.

Prosseguindo com a análise da estrutura dos argumentos elaborados pelos licenciandos, apresentamos no Quadro 8 a resposta inicial fornecida pela aluna Caroline. Nela tomamos contato com um elemento que não havia aparecido nas respostas das outras licenciandas, isto é, o *backing*, o qual atua como uma espécie de aval à justificativa. Assim sendo, ao justificar o porquê Oppenheimer deve dar a liberdade para os cientistas se comunicarem nos laboratórios, Caroline apresenta, como J1, a necessidade de haver a troca de ideias e/ou opiniões para a prática científica, contudo ela apoia essa afirmação no fato (B1) de que muitas vezes os cientistas conseguem encontrar erros e sobrepor barreiras mediante a colaboração. Portanto, identificamos na resposta inicial de Caroline a combinação

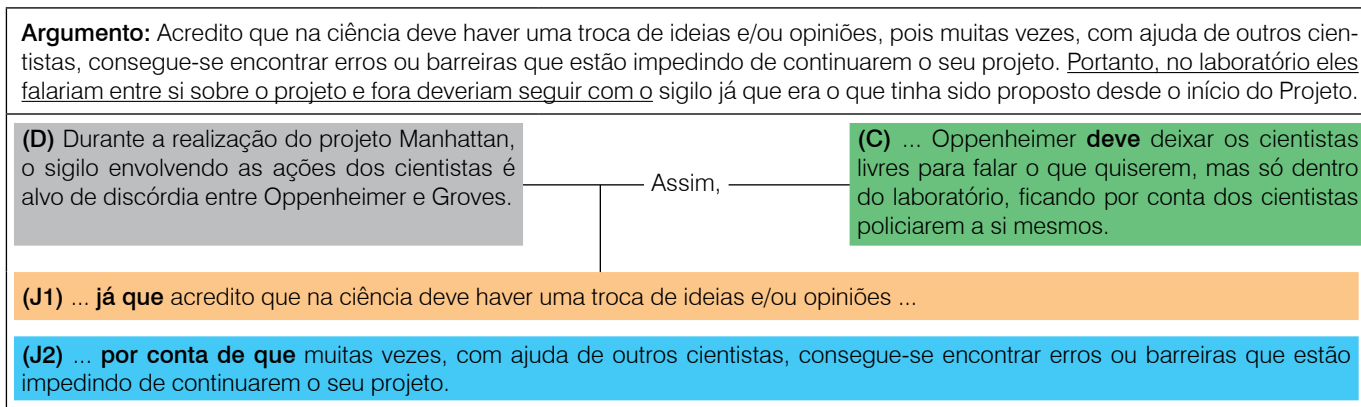
de elementos CDJB, o que lhe confere uma maior qualidade.

A qualidade do que é apresentado por Caroline é ainda maior quando consideramos o seu segundo argumento em resposta ao caso (Quadro 9). Assim, diante do que é apresentado pela aluna, observamos que ela praticamente manteve J1 e seu *backing* (B1). No entanto, para além da ideia inicial, Caroline emprega mais uma justificativa (J2) também apoiada em um novo *backing* (B2). Assim, a licenciada sugere que Oppenheimer deve deixar os cientistas livres para se comunicarem dentro do laboratório, pois acredita que estes não seriam imprudentes e não fariam fora do lugar apropriado.

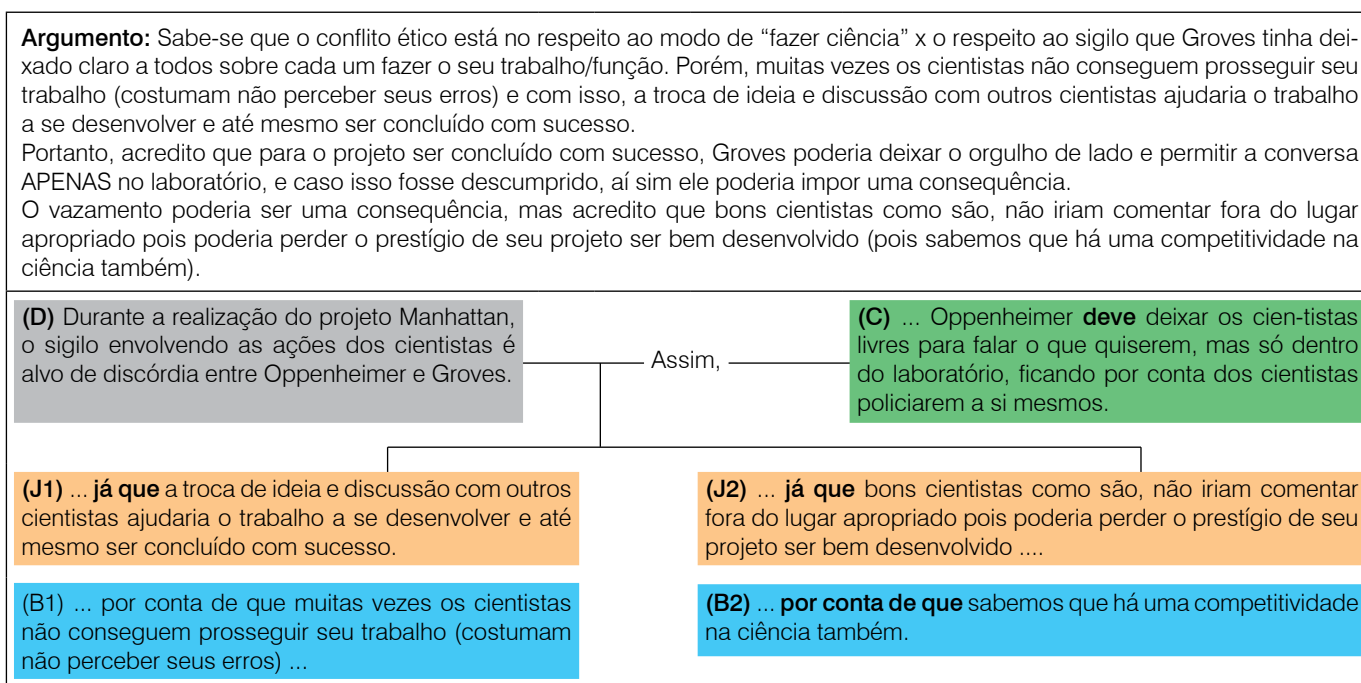
Na perspectiva de Erduran, Simon e Osborne (2004), a complexidade do argumento apresentado por Caroline se mantém, uma vez que, a combinação de elementos próprios do TAP presente em sua resposta continua sendo CDJB. Contudo, ao analisarmos a frequência de justificativas e *backings*, inferimos que houve uma melhora na qualidade do argumento construído pela licenciada mediante o aumento da sua complexidade e elaboração.

Ainda com relação às respostas apresentadas por Caroline, observa-se, diferentemente das outras licenciandas, a inserção de informações presentes na HQ em seu argumento final, como a menção à ideia de: *bons cientistas como são, não cometeriam erros básicos como a troca de informações em lugares inapropriados*. Essa ideia faz

Quadro 8: Argumento inicial da licencianda Caroline.



Quadro 9: Argumento final da licencianda Caroline.



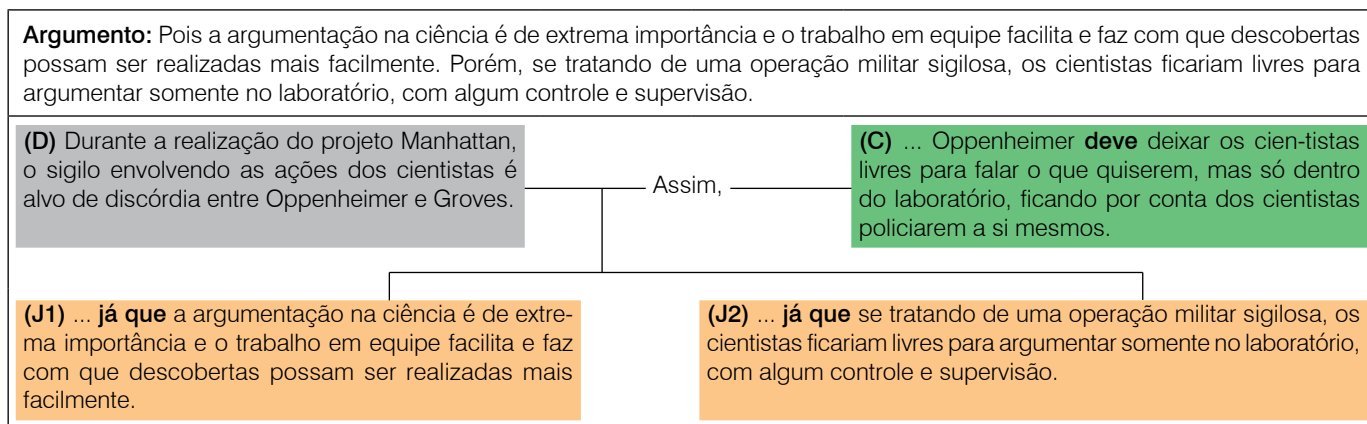
referência ao trecho: “Mas em Los Alamos – o novo lar de algumas das mentes mais brilhantes do país – a questão do sigilo não era assim tão simples” (Fetter-Vorm, 2013, p. 35). Isto exposto, verificamos de antemão, com exceção de Caroline, a pouca atenção dada pelos futuros professores ao texto base no processo de argumentação.

No que diz respeito à licencianda Débora, verificamos, conforme Quadro 10, que também considerando o plano de Oppenheimer adequado para a situação narrada, ela lança mão de duas justificativas para sustentar a sua decisão. Assim, Oppenheimer deve deixar os cientistas livres para comunicação no laboratório com base na ideia de que a argumentação é de extrema importância para o desenvolvimento científico, facilitando-o, e na hipótese de que, mesmo fornecendo essa liberdade, ainda haveria algum tipo de supervisão para se certificar de que essa troca de ideias ocorrerá somente dentro dos laboratórios. Logo, considerando a combinação de

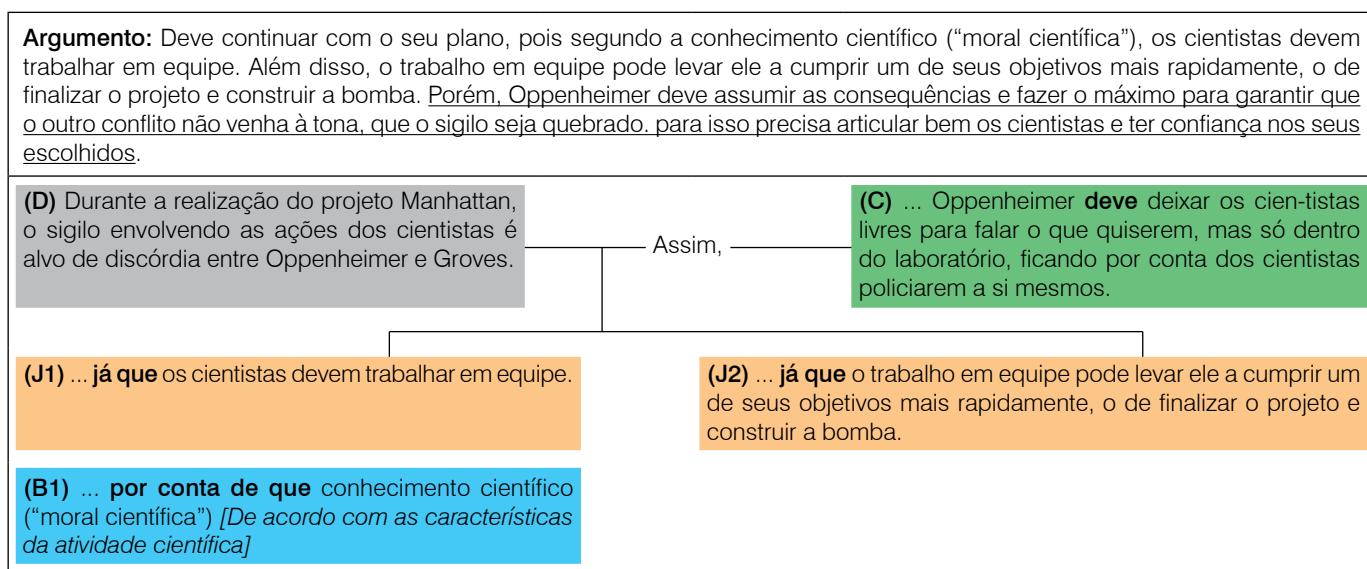
elementos exibida por Débora, identificamos um argumento de baixa complexidade marcado pela combinação CDJ, em que foram empregadas duas justificativas.

Analisando a resposta fornecida por Débora após a realização da discussão em sala de aula, e esquematizada no Quadro 11, constatamos novamente a existência de duas justificativas que no caso se complementam entre si. Ou seja, Oppenheimer deve conceder a liberdade para os cientistas se comunicarem no laboratório com base nas ideias de que os cientistas devem trabalhar em equipe, e de que o trabalho em equipe pode conduzir ao cumprimento dos objetivos de forma mais rápida e prática. No entanto, a hipótese de que na ciência deve haver o trabalho em equipe se apoia em um *backing* derivado da discussão conduzida pela docente. Sendo assim, Débora apresenta que a necessidade do trabalho em equipe surge do que ela denominou “moral científica”, isto é, é fruto das características da atividade científica.

Quadro 10: Argumento inicial da licencianda Débora.



Quadro 11: Argumento final da licencianda Débora.



Nesse sentido, Débora eleva a complexidade de seu argumento quando comparado com a resposta inicial, passando de uma combinação CDJ para uma combinação CDJB. Ainda com relação a esse novo argumento, consideramos o trecho grifado (Quadro 11), como a condição necessária para que essa decisão pudesse ser tomada, e, portanto, não classificamos como refutação pois não diz respeito a uma condição de exceção propriamente dita, há uma menção apenas aos cuidados que devem ser tomados por Oppenheimer para ir adiante com o seu plano.

Por fim, no que diz respeito ao argumento empregado por Gabriel, sua resposta inicial e a respectiva análise na perspectiva de Toulmin (2001) estão esquematizadas no Quadro 12. Assim, o que verificamos é o emprego de duas justificativas sendo uma delas apoiada em um *backing* para sustentar a sua posição, que como assumida pelos outros licenciandos consiste em deixar os cientistas livres para falar o que quiserem dentro do laboratório.

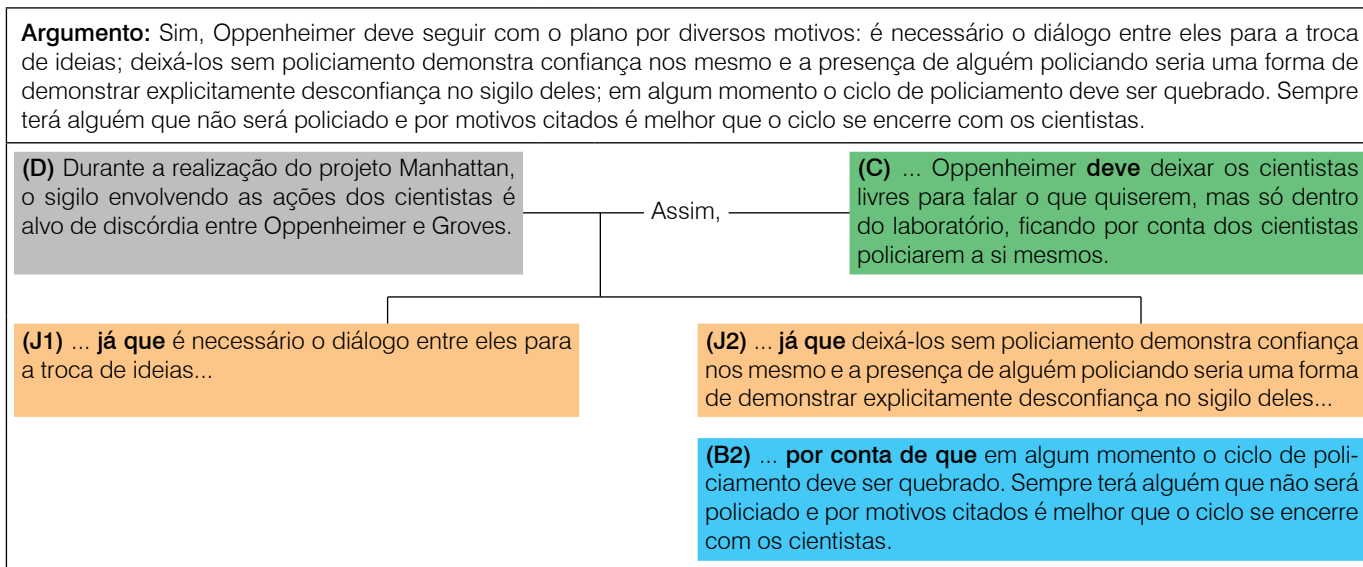
Nesse sentido, considerando a troca de ideias como uma característica implícita da atividade científica, Gabriel

sugere que a liberdade fornecida por Oppenheimer permite essa troca de ideias, que por sua vez se dá por meio do diálogo. Além disso, apresentando também uma justificativa que não foi considerada por mais nenhum aluno, Gabriel defende a sua posição com base na ideia de que permitir a troca de informações implica em um menor policiamento e consequentemente demonstra maior confiança no trabalho dos cientistas.

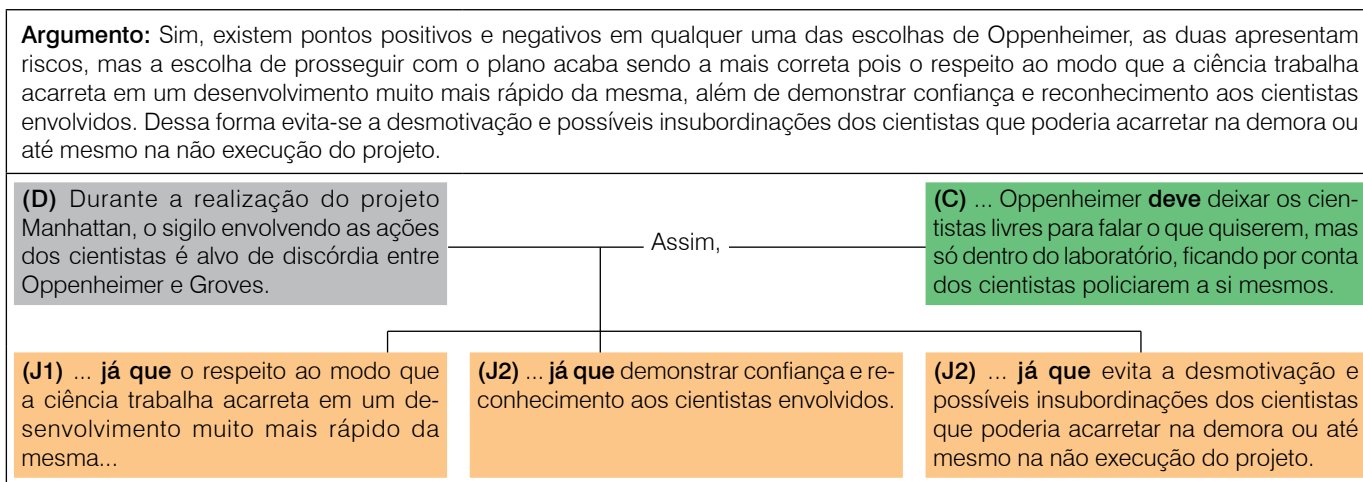
Considerando agora o argumento fornecido por Gabriel após a discussão, sua análise está esquematizada no Quadro 13, e o que verificamos é que, diferentemente do que ocorreu com a maioria dos futuros professores, o argumento apresentado após a discussão estabelecida em sala de aula teve a sua complexidade reduzida. Embora exista um aumento no número de justificativas empregadas, nenhuma delas é apoiada por um *backing*, dessa forma a combinação de elementos apresentada anteriormente CDJB passou a ser apenas CDJ.

Contudo, assim como para os demais alunos, como seria de se esperar, observa-se a presença de diversos aspectos

Quadro 12: Argumento inicial do licenciando Gabriel.



Quadro 13: Argumento final do licenciando Gabriel.



levantados na discussão que contribuem para uma possível melhora do argumento, tais aspectos se converteram, em sua maioria, em justificativas, conforme podemos constatar no argumento de Gabriel. Ou seja, ao considerar as possíveis consequências de Oppenheimer não fornecer a liberdade de troca de ideias pelos cientistas, emerge como justificativa o que se apresenta em J3, isto é, uma vez que seja possível o diálogo entre os cientistas, estes fariam parte de um ambiente favorável ao desenvolvimento científico e, conseqüentemente, seriam evitadas desmotivações, insubordinações e atrasos na execução do projeto.

Ao realizarmos uma análise comparativa da estrutura dos argumentos apresentados pelos licenciados nos dois diferentes momentos da atividade estabelecida em sala de aula (Figura 3), verificamos que, em sua maioria, a discussão oral conduzida pela docente, com exposição de opiniões dos alunos (Quadro 3), contribuiu para uma melhora da qualidade dos argumentos, em especial no que diz respeito à

frequência de justificativas identificada. Ou seja, constatamos que esse procedimento, em particular o estabelecimento das consequências para cada uma das partes envolvidas mediante as possibilidades de ações, possibilitou um aumento da complexidade dos argumentos.

Com o objetivo de guiar o leitor nos passos para a leitura apropriada do gráfico presente na Figura 3, consideremos, por exemplo, os argumentos da licencianda Débora. Na resposta inicial da aluna observamos a presença da combinação básica de elementos do TAP, isto é, CDJ, cuja frequência de justificativas (caracterizada pela barra de tom claro) é igual a dois. Contudo, após a discussão realizada em sala de aula, observa-se uma evolução da qualidade estrutural do seu argumento, o qual passou a ser descrito pela combinação de elementos CDJB. Nessa combinação observa-se o emprego de uma justificativa sozinha (barra de tom claro), além de outra justificativa acompanhada de seu *backing* (barra de tom escuro), indicando um argumento marcado por conclusão,

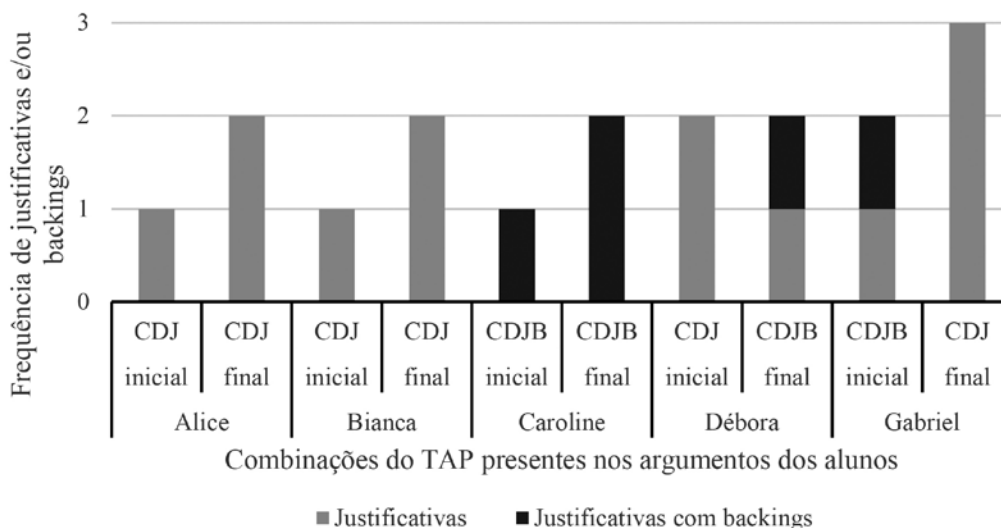


Figura 3: Combinações de elementos do TAP presentes nos argumentos dos licenciandos nas diferentes etapas de argumentação.

dado, duas justificativas e um *backing*.

Em suma, a partir dos argumentos iniciais e finais empregados pelos futuros professores observamos, em sua maioria, um incremento na qualidade dos mesmos, porém todos eles são pouco elaborados, com a ausência de qualificadores modais e refutações, além de pouca recorrência de *backings*. Esses resultados obtidos quanto à estrutura dos argumentos reiteram a necessidade de práticas argumentativas em sala de aula, especificamente na formação de professores que, posteriormente, poderão atuar na educação básica.

Por fim, ainda com relação a esses argumentos, pouca atenção foi dada às informações presentes na HQ e no próprio trecho dela extraído para a constituição do caso argumentativo. Essa observação denota a importância de práticas de leitura, não necessariamente e especificamente do hipergênero adotado (HQ), mas de textos como um todo que contribuam para a formação do sujeito leitor. Ademais, essa constatação suscita maiores investigações a respeito da relação de professores em formação com a leitura.

Considerações finais

A avaliação do processo levado a cabo e das suas contribuições para a formação dos futuros professores de química permite destacar, dentre outros elementos, o potencial didático da HQ, uma vez que a leitura desse hipergênero textual conduziu a uma considerável imersão dos licenciandos na narrativa em questão, propiciando também a prática da argumentação frente a um tipo de texto inovador e pouco comum no processo formativo dos educandos.

Contudo, com relação ao efeito da leitura no processo de argumentação, verificamos que os futuros professores recorreram a poucas afirmações presentes no texto base. Essa constatação permite-nos inferir sobre a importância que os alunos deram ao texto, e essa pode ter sido baixa mediante o hipergênero adotado nas atividades, isto é, devido ao

emprego de quadrinhos. Nessa perspectiva, o instrumento que poderia auxiliá-los na apresentação de conhecimentos básicos para apoiar as mais variadas justificativas foi pouco explorado.

A respeito da combinação de elementos na perspectiva de Toulmin (2001) presente nas respostas dos licenciandos, despontam argumentos de limitada complexidade estrutural ficando ausentes em suas colocações elementos como refutações e qualificadores modais. Outrossim, ao desenvolvermos essa investigação no contexto da formação inicial de professores, os quais possivelmente atuarão como formadores de opinião na educação básica, lacunas como as identificadas se tornam preocupantes.

Por fim, indicamos como implicações das atividades desenvolvidas, o seu potencial para aplicação em outros contextos e níveis de ensino, tendo em vista a promoção da argumentação. No caso no referido estudo, a QSC utilizada foi extraída de uma HQ, o que denota a validade desse hipergênero textual mesmo no ensino superior de química. No entanto, salientamos que, de relevância social, esse tipo de questão é frequentemente divulgado pela mídia, criando oportunidades para que todos os cidadãos interajam com a ciência. Ademais, essa atividade, bem como os resultados obtidos quanto à qualidade estrutural dos argumentos de licenciandos em química, coloca em destaque uma prática intrínseca à produção do conhecimento científico que ainda se encontra distante das salas de aula de ciências, em especial, na formação de licenciandos.

Guilherme Balestiero da Silva (guilherme.balestiero@gmail.com), doutorando em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP – BR. **Salette Linhares Queiroz** (salette@iqsc.usp.br), doutora em Química pela Universidade Estadual Paulista, é docente do Instituto de Química de São Carlos, USP, e coordenadora do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC). São Carlos, SP – BR.

Referências

ALMEIDA, M. J. P. M.; PAGLIARINI, C. R. Leitura na educação em ciências. *Ciência & Educação*, v.22, n.2, 271–277, 2016.

BOSSÉR, U.; LINDAHL, M. Students' positioning in the classroom: a study of teacher-student interactions in a socioscientific issue context. *Research in Science Education*, v.49, n.2, p.371-390, 2019.

CETIN, P. S. Explicit argumentation instruction to facilitate conceptual understanding and argumentation skills. *Research in Science & Technological Education*, v. 32, n. 1, p. 1–20, 2014.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (orgs). *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: EDUFBA, 2018.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, v. 88, n.6, p. 915 - 933, 2004.

FETTER-VORM, J. *Trinity: a história em quadrinhos da primeira bomba atômica*. São Paulo: Três Estrelas, 2013.

FLÔR, C. C. *Leitura e formação de leitores em aulas de química no ensino médio*. 2009. 235 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

KARISAN, D.; ZEIDLER, D. L. Contextualization of nature of science within the socioscientific issues framework: a review

of research. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, v. 5, n. 2, p. 139–152, 2017.

OWENS, D.; SADLER, T.; ZEIDLER, D. Controversial issues in the science classroom. *Phi Delta Kappan*, v. 99, n.4, p. 45–49, 2017.

PÉREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa*, v. 38, n.3, p. 727–741, 2012.

ROBERTSHAW, B.; CAMPBELL, T. Constructing arguments: investigating pre-service science teacher's argumentation skills in a socio-scientific context. *Science Education International*, v. 24, n.2, p. 195–211, 2013.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. *Revista Ensaio*, v. 16, n. 3, p. 147–170, 2014.

SADLER, T. D. (ed). *Socioscientific issues in the classroom: teaching, learning, and research*. New York: Springer, 2011.

SAMPSON, V.; BLANCHARD, M. R. Science teachers and scientific argumentation: trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 49, n.9, p. 1122–1148, 2012.

SILVA, G. B.; QUEIROZ, S. L. Sensibilidade moral de licenciandos em química: questões sociocientíficas em foco. *Educação e Fronteiras*, v. 9, n. 25, p. 27–46, 2019.

TOULMIN, S. *Os usos do argumento*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

Abstract: *Using comic books as a thread to encourage argumentation among pre-service chemistry teachers.* This paper aims to discuss and analyze a didactic activity that encourages argumentation among pre-service chemistry teachers by reading the comic book called Trinity: a graphic history of the first atomic bomb. Therefore, students were asked to solve and argue cases extracted from this comic book. In addition to the feasibility of reading comic strips to encourage argumentation and discuss socio-scientific issues, analyses indicated arguments of limited structural complexity. In this perspective, the results reinforce the need for educational practices aimed at developing the argumentative skills pre-service chemistry teachers, who may work in basic education playing the role of opinion makers.

Keywords: chemistry teaching, argumentation, comic books

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.	Encorajar a realização de uma investigação com o objetivo de coletar dado(s) que pode(m) ser usado(s) como evidência.
		Engajar o(s) estudante(s) no processo de análise de dado(s) tendo em vista a construção de evidência(s).
		Apresentar ou destacar dado(s) que pode(m) ser usado(s) como evidência(s).
		Solicitar a apresentação de evidência(s) para dar suporte a uma ideia expressa em um enunciado.
		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.
		Encorajar a apresentação de justificativa(s).
		Apresentar e/ou enfatizar justificativa(s).
		Encorajar a construção de argumento(s) oral(is) e/ou escrito(s).
		Construir argumento(s).
		Encorajar a reflexão do(s) estudante(s) sobre seu(s) próprio(s) argumento(s) ou enunciado(s).
		Encorajar a elaboração de teoria(s) alternativa(s).
		Encorajar a elaboração de contra-argumento(s).
		Encorajar a elaboração de refutação(ões).
		Solicitar que outro grupo avalie a(s) justificativa(s) ou enunciado(s) apresentada(o)(s) pelo(s) colega(s).
Avaliar enunciado(s) apresentado(s) pelo(s) estudante(s).		
Avaliar o processo argumentativo.		
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.	Definir o conceito de evidência.
		Exemplificar o conceito de evidência.
		Enfatizar a importância ou o papel de evidência(s) na construção de argumento(s).
		Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de evidência(s) a partir da análise de dados.
		Definir o conceito de justificativa.
		Exemplificar o conceito de justificativa.
		Definir argumento.
		Definir o conceito de teoria alternativa.
		Exemplificar o conceito de teoria alternativa.
		Definir o conceito de contra-argumento.
		Exemplificar o conceito de contra-argumento.
		Definir o conceito de refutação.
Exemplificar o conceito de refutação.		
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.	Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a avaliação de afirmativas de conhecimento à luz das evidências disponíveis.
		Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a elaboração de justificativas para afirmativas de conhecimento à luz das evidências disponíveis.
		Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre o processo argumentativo de persuadir uma audiência.
		Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de argumentos.
		Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de teoria alternativa.
		Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de contra-argumento.
		Engajar o(s) estudante(s) em um processo reflexivo sobre a construção de refutação.

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.

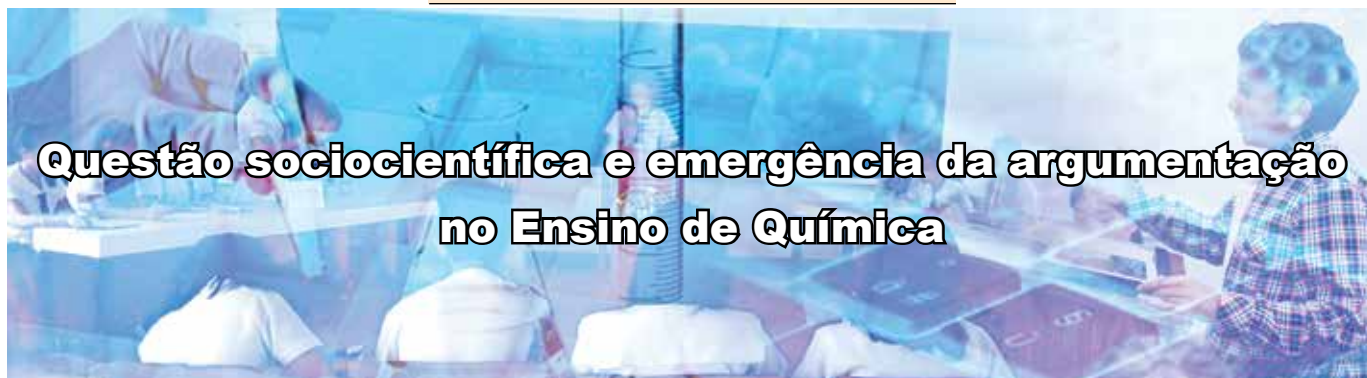
SIMON, S.; ERDURAN, S.; e OSBORNE, J. Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, v. 28, n. 2-3, p. 235-260, 2006.

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



Questão sociocientífica e emergência da argumentação no Ensino de Química

Verônica Tavares Santos Batinga e Thiara Vanessa da Silva Barbosa

Este trabalho objetiva identificar e analisar a emergência de processos de argumentação, na perspectiva dialógica, e sua natureza a partir de interações discursivas entre os estudantes, na resolução de uma Questão Sociocientífica (QSC) sobre Suplementação Alimentar. Para isso foi desenvolvida uma sequência didática para alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola Pública de Pernambuco. Os procedimentos metodológicos adotados foram: Elaboração, Desenvolvimento e Análise de Dados da referida Sequência. As interações discursivas ocorridas na resolução da QSC foram analisadas com base nas categorias: argumento, contra-argumento e resposta; e natureza da argumentação: ambiental, científica, econômica, ética e social. Os resultados apontam que a resolução da QSC e as atividades da sequência estabelecem um contexto favorável à emergência da argumentação, contemplando as dimensões social, ética, econômica e científica, e mostram indícios de construção do conhecimento sobre o tema Suplementação Alimentar.

► questões sociocientíficas, argumentação, química ◀

Recebido em 18/09/2020, aceito em 04/12/2020

29

O campo de pesquisa em Ensino das Ciências tem apresentado diferentes estratégias didáticas que possibilitam uma formação mais crítica e reflexiva dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem (Bedin e Del Pino, 2018; Leitão, 2012; De Chiaro e Aquino, 2017; Sá e Queiroz, 2018). Tal contexto reflete uma sociedade que exige uma formação de cidadãos com diferentes habilidades e competências, que se desenvolvidas no percurso escolar podem influenciar ações e mudanças no cenário social. Essas habilidades e competências são apontadas nos documentos da Educação Brasileira que orientam o ensino de ciências na Educação Básica, e sinalizam a importância do conhecimento científico como base para uma reflexão crítica de problemáticas sociais, científicas e tecnológicas (Bedin e Del Pino, 2018). Dentre os documentos destaca-se a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que indica a abordagem do conhecimento científico escolar contextualizado, o incentivo do estudante a emitir julgamentos críticos e éticos, o desenvolvimento da argumentação e a tomada de

decisões no contexto do ensino das Ciências da Natureza, especificamente, Química (Brasil, 2017).

Driver, Newton e Osborne (2000) entendem a argumentação como central para a Educação em Ciências, visto que o argumento está presente na construção da própria ciência, no processo de discutir sobre diferentes interpretações e evidências dentro da comunidade científica. Os autores apontam ainda que a argumentação no ensino de ciências tem a capacidade de alcançar aspectos como o entendimento conceitual, a capacidade de investigação e a compreensão da epistemologia científica. Esses aspectos também são importantes para a discussão de questões sociocientíficas e tomada de decisão.

Driver, Newton e Osborne (2000) entendem a argumentação como central para a Educação em Ciências, visto que o argumento está presente na construção da própria ciência, no processo de discutir sobre diferentes interpretações e evidências dentro da comunidade científica.

Uma das alternativas para introduzir a contextualização em sala de aula são as Questões Sociocientíficas (QSC), entendidas como relevantes para promover o engajamento dos estudantes, que têm base na ciência, abordam situações controversas, mobilizam valores, habilidades e atitudes e permitem a expressão de diversos pontos de vista, que são discutidos por meio da argumentação (Sousa e Gehlen,

2017). Nessa perspectiva, este trabalho centra-se na abordagem de QSC, visando o desenvolvimento da argumentação em aulas de Química, uma vez que tais questões podem suscitar a controvérsia e a contradição, condição essencial, segundo Platin (2008), para que o processo argumentativo dialógico aconteça.

Esse trabalho apresenta um recorte de uma pesquisa mais ampla, que investiga o desenvolvimento da argumentação partindo da abordagem de uma QSC, buscando responder à pergunta: De que modo a abordagem de uma questão socio-científica sobre “Suplementação Alimentar” pode fomentar processos argumentativos? Qual a natureza da argumentação nas interações discursivas relativas à resolução da QSC? O objetivo da pesquisa é identificar e analisar o processo e natureza da argumentação a partir dos discursos dos alunos sobre a temática da QSC.

O uso de questões sociocientíficas para a emergência da argumentação

A QSC é um recorte de temas sociais que têm natureza controversa e se relacionam com conhecimentos científicos atuais, que estão sendo divulgados nos meios de comunicação de massa (jornais, TV, Internet), e são próximos da realidade cotidiana. Jimenez-Aleixandre, (2010) define QSC como dilemas ou temas que envolvem controvérsias sociais que têm uma base científica, mas que não são resolvidas apenas com considerações de caráter científico, e sim, com a inclusão de aspectos político, econômico, ambiental, ético, que influenciam na resolução da questão.

A abordagem de QSC no ensino de ciências almeja diferentes objetivos, entre eles está o desenvolvimento da comunicação e argumentação do aluno (Ratcliffe, 1998, apud Santos; Mortimer, 2009), que ocorrem por meio do desenvolvimento de habilidades cognitivas e discursivas, as quais são indispensáveis à construção do conhecimento científico (Lourenço e Queiroz, 2020). Quando o espaço escolar é aberto às discussões argumentativas no contexto de uma QSC, possibilita o desenvolvimento do pensamento e linguagem científica, e com isso, um maior domínio dentro da área do conhecimento científico. Nesse sentido, existe uma relação entre as QSC e a argumentação.

Vários estudos têm apontado a relação entre QSC e o desenvolvimento da argumentação (Mendes e Santos, 2013; Chiaro e Aquino, 2017; Sá, 2010) indicando a natureza controversa e pluridisciplinar das QSC como característica favorável à argumentação, bem como à contemplação das dimensões sociais e subjetivas, como as de valores éticos e morais, aspectos políticos, econômicos, culturais e ambientais. Nesse trabalho, a argumentação se situa na vertente dialógica, que se fundamenta

na existência do diálogo e oposição entre pontos de vistas relativos a certa questão ou temática (Leitão, 2011). Essa vertente da teoria da argumentação centra-se na negociação, uma vez que no diálogo consideram-se diferentes pontos de vistas, que ocorrem em um processo dinâmico e contínuo de negociação durante a exposição de argumentos e contra-argumentos sobre determinada temática ou questão (Platin, 2008).

Sá (2010) e colaboradores (Sá e Queiroz, 2007) investigaram o método de estudo de caso na promoção da argumentação em aulas de Química no Ensino Superior. Partindo desses estudos, Sá (2010) mapeia categorias em um Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas, elencadas da seguinte forma: natureza, fonte de evidências e estratégias de aprendizagem. Este trabalho, foca especificamente, na categoria natureza da argumentação, que permite avaliar os critérios usados pelos estudantes em seu discurso na resolução de uma QSC, e classifica-se como de natureza ambiental, científica, ética, econômica e social. A argumentação de natureza ambiental estabelece relação entre o problema e seus impactos ambientais ou suas soluções. A de natureza científica refere-se a termos relativos aos conteúdos/temas/conceitos/definições de áreas da ciência. A de natureza econômica traz dados sobre as consequências econômicas devido a problemas ou a viabilidade econômica das soluções. A de natureza ética aborda questões éticas referentes ao problema ou a sua resolução, e a de natureza social menciona a qualidade de vida de um indivíduo ou sociedade, ou se refere à geração de empregos (Sá, 2010).

A natureza da argumentação pode relacionar-se com o plano epistêmico das ações discursivas (Leitão, 2012). Nesse plano, buscam-se captar as ações verbais dos estudantes na discussão, as quais se referem a conceitos, definições, valores, aspectos/fatores relativos à área do conhecimento em questão. E também como eles mobilizam raciocínios, desenvolvem procedimentos específicos do conhecimento abordado (Leitão, 2012), neste trabalho, a resolução de uma QSC sobre Suplementação Alimentar.

Jimenez-Aleixandre (2010) afirma que “argumentar é o processo de avaliar as declarações com base em evidências”. Em outras palavras, é um processo comunicativo no qual as declarações e as conclusões obtidas devem estar respaldadas nas evidências. Quanto à argumentação científica, passamos a compreendê-la melhor quando entendemos a natureza

da ciência, e não somente sua aceitação como algo inquestionável ou desenvolvida de forma isolada. Isso favorece o processo de reflexão, um possível avanço conceitual e pode desencadear a tomada de decisão pelos estudantes, devido ao caráter dialógico da argumentação, entendido no sentido

A abordagem de QSC no ensino de ciências almeja diferentes objetivos, entre eles está o desenvolvimento da comunicação e argumentação do aluno (Ratcliffe, 1998, apud Santos; Mortimer, 2009), que ocorrem por meio do desenvolvimento de habilidades cognitivas e discursivas, as quais são indispensáveis à construção do conhecimento científico (Lourenço e Queiroz, 2020).

de envolver o diálogo entre proponente e oponente e intercâmbio de turnos verbais (Johnson, 2020).

A argumentação é uma ferramenta que pode despertar nos estudantes habilidades inerentes ao processo de construção do conhecimento científico, por exemplo, o reconhecimento de afirmações contraditórias, a identificação de evidências e o confronto destas com teorias (Capecchi e Carvalho, 2000). Segundo De Chiaro e Leitão (2005), a argumentação é uma atividade social, discursiva e dialógica definida pela presença de pontos de vista conflitantes, que devem ser justificados e questionados, para que assim, haja uma revisão de ponto de vista e, potencialmente, uma mudança de concepção. Na sala de aula, a argumentação visa analisar e avaliar fenômenos ou situações, e se desenvolve por meio do diálogo e interação discursiva entre estudantes-estudantes e professor-estudantes.

Consideramos que a discussão de QSC, em sala de aula, pode promover a interlocução entre os estudantes e professor, e um ambiente favorável à instauração de situações argumentativas devido ao surgimento de conflitos de opiniões, visto que diferentes pontos de vista são inseridos no discurso, sendo essa a condição básica para a promoção da argumentação (Mendes e Santos, 2013; Plantin, 2008).

Leitão (2011) aponta que o estudante, ao se engajar numa argumentação, realiza movimentos cognitivo-discursivos que vão desde expor um ponto de vista e justificá-lo, até a considerar e responder às dúvidas e objeções contrárias a sua ideia. A autora afirma que é nesse processo de negociação de significados e reflexão sobre o próprio ponto de vista que são gerados mecanismos de aprendizagem e construção de conhecimento.

Leitão (2000) propõe um procedimento analítico para identificar os movimentos argumentativos, que são capturados por meio do processo de revisão de posicionamento ao longo da argumentação. A unidade analítica proposta pela autora apresenta três elementos: argumento, contra-argumento e resposta. O argumento se refere ao conjunto de pontos de vista e suas razões/justificativas, sendo esta a categoria de análise adotada para identificar a posição defendida pelo sujeito e as ideias com que ele a justifica. Os contra-argumentos são os pontos de vista alternativos ou qualquer ideia que desafia certo ponto de vista. A categoria resposta é a resposta dada, pelo proponente, às objeções levantadas pela contra-argumentação (Leitão, 2007). Nessa tríade, cabe destaque a resposta, pois a necessidade de responder uma oposição pode desencadear o mecanismo de revisão de perspectiva. Então, no elemento resposta é onde se pode perceber o processo de apropriação da temática discutida pelos sujeitos (Leitão, 2011).

Metodologia

Este trabalho tem como objetivo identificar e analisar a

emergência de processos de argumentação e sua natureza a partir de interações discursivas entre os estudantes, na resolução de uma QSC sobre Suplementação Alimentar, que foi escolhida por se tratar de um tema sociocientífico, conforme Paoli (2015). Os procedimentos metodológicos envolvem a Elaboração, Desenvolvimento e Análise de Dados da Sequência Didática (SD). A sequência foi desenvolvida em

cinco aulas de química, sendo quatro (1^a, 2^a, 3^a e 5^a) de 50 minutos cada e uma (4^a aula) de 100 minutos. Catorze estudantes do 3^o ano do Ensino Médio de uma Escola Pública Estadual de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, participaram da SD, que contemplou as atividades: aplicação de questionário, leitura e debate de texto,

abordagem dialogada de conceitos relativos às Biomoléculas, debate e resolução da QSC. Cada aula buscou fornecer subsídios aos estudantes para resolução da QSC.

Na 1^a aula aplicou-se um questionário para levantamento das concepções prévias dos estudantes. Foi feita uma análise comparativa de tabelas nutricionais de um alimento e de um suplemento, para discussão do conceito de suplemento alimentar e reconhecimento dos grupos bioquímicos (carboidratos, lipídios e proteínas) estudados nas aulas seguintes.

Na 2^a aula houve uma discussão acerca da necessidade da ingestão de suplementos alimentares e seus contextos de uso, levantando questões a respeito dos grupos sociais que tomam suplementos. Foi feita a leitura de um texto que aborda a suplementação como tratamento auxiliar de doenças em crianças e adolescentes e da importância de um acompanhamento médico e/ou nutricional para a sua prescrição. Por fim, houve uma discussão sobre a classificação do suplemento como um alimento ou um medicamento.

Na 3^a houve uma exposição dialogada do conceito de Biomoléculas (carboidratos e proteínas) e sua ação no organismo, relacionando-as com os suplementos e evidenciando os perigos da suplementação sem orientação adequada. A QSC foi apresentada aos alunos, e suas questões foram discutidas na atividade de debate da SD. A QSC intitulada “Vantagem para quem?” discorre sobre o consumo, compra e venda de suplementos alimentares (Figura 1). Esta foi elaborada segundo critério de Ramsey (1993, apud Santos; Schnetzler, 2010, p. 81): A QSC contempla um problema de natureza controversa, sobre o qual existem opiniões diferentes e apresenta significado social. Na 4^a aula houve a discussão da QSC e de suas 4 questões.

Na 5^a aula houve uma sistematização da sequência, partindo da reflexão sobre como os conhecimentos químicos estudados e discutidos contribuíram para resolver as perguntas da QSC.

Referencial de Análise de Dados

Este trabalho centra-se na análise dos dados obtidos nas interações discursivas ocorridas na 4^a aula, que foi gravada

A argumentação é uma ferramenta que pode despertar nos estudantes habilidades inerentes ao processo de construção do conhecimento científico, por exemplo, o reconhecimento de afirmações contraditórias, a identificação de evidências e o confronto destas com teorias (Capecchi e Carvalho, 2000).

Vantagem pra quem?

Os suplementos alimentares podem ser ótimos aliados na manutenção da saúde quando usados da maneira certa, mas também, podem causar problemas ao organismo quando usados sem orientação e por um longo tempo. Por isso é indicado que o uso seja feito somente com um acompanhamento profissional. Esses suplementos até pouco tempo eram regulamentados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como alimentos, e, portanto, não necessitavam de receita médica para sua compra. Hoje, são classificados como suplementos alimentares, e ainda assim não precisam de receita. Assim, acabam ocorrendo situações divergentes entre o que é indicado e o que é feito. Outro problema é que, nos dias atuais há um aumento do número de pessoas que buscam um corpo idealizado, que estão comprando cada vez mais suplementos sem orientação médica. Com isso, as indústrias e o mercado de suplementos vêm crescendo cada vez mais, além de que alguns dos produtos são comercializados de maneira ilegal, já que nem todas as substâncias encontradas nos suplementos alimentares são permitidas no País. Diante dessa situação, pense e responda:

Q1. Quais podem ser os motivos que levam as pessoas a não buscar orientação médica?

Q2. Sabendo que é preciso acompanhamento médico para consumir suplementos, por que para compra-lo não precisa de receita médica?

Q3. Quando realmente se deve tomar suplementos? Somente por uma necessidade ou é válido consumir pelo resultado estético?

Q4. Será que a nova regulamentação da ANVISA vai resolver todos os problemas?

Figura 1: QSC sobre Suplementação Alimentar.

em áudio, transcrita e feitos recortes construídos no formato de episódios relacionados com a questão e objetivo de pesquisa. Tais interações se relacionam com o processo de busca e tentativa de resolução da QSC durante a SD. Episódio é “um segmento do discurso da sala de aula que tem fronteiras claras em termos de conteúdo temático ou de tarefas que aí são desenvolvidas, podendo ser nitidamente distinto dos demais que lhe antecedem e sucedem” (Silva e Mortimer, 2005, p. 9). Para identificação, nos episódios, dos momentos em que houve o desenvolvimento da argumentação foi adotada como categoria de análise o procedimento analítico segundo Leitão (2011), que busca identificar os movimentos argumentativos e processo da mudança de perspectiva ou não por meio da presença dos elementos: argumento, contra-argumento e resposta (ciclo argumentativo). A presença desses elementos nos episódios analisados aponta para o desenvolvimento da argumentação, que se manifesta/evidencia neste trabalho, por meio do que se denomina de situação argumentativa (SA) (Mendes e Santos, 2013). Depois de identificada a SA foi feita uma análise conjunta dos elementos presentes na argumentação (Leitão, 2011), buscando identificar a sua natureza. Para isso, tomou-se a categoria Natureza da Argumentação, oriunda do Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Sá, 2010).

Na transcrição das discussões dos episódios foi utilizado o padrão: P: Pesquisadora/Professora; An: Aluno, onde n é ordem cuja fala apareceu na gravação; A*: aluno não identificado; AS: falas de alunos simultâneos; [...]: não transcrito; []: palavra subentendida; (****): inaudível.

Resultados e Discussão

Neste trabalho são apresentados os resultados de análise

do episódio 3 (4ª aula) durante a discussão e resolução das questões da QSC, especificamente, a Q1.

Análise do Episódio 3: “Discutindo sobre orientação nutricional”

O episódio 3 retrata as interações discursivas promovidas pela Q1 da QSC: “Quais podem ser os motivos que levam as pessoas a não buscar orientação médica?” Inicialmente, os alunos expressaram suas ideias, destacando a influência sofrida pelo consumidor de suplementos, como: a facilidade de compra e orientação de uso feita por amigos, profissionais de academia, vendedores e fornecedores de suplementos na internet.

Inicialmente, no turno 69, o aluno A8: “Na real, eu nem vejo necessidade de ter acompanhamento para isso. Se fosse tipo bomba, era outra coisa, mas suplemento [...]” questiona a necessidade de orientação médica para o consumo de suplementos, justificando que eles não são tão perigosos, por isso, não podem prejudicar tanto como os esteroides anabolizantes (“bomba”). No turno 70, a professora faz uma pergunta para A8 que favorece a manutenção da argumentação. P: “Tu podes explicar melhor? Como assim? Se fosse outra coisa? Estás se referindo ao fato de não causar problema com frequência?”. Já o aluno A5 (turno 71) contra-argumenta o posicionamento de A8, afirmando que o uso de suplementos pode sim causar problemas, como também é informado no enunciado da QSC. Nesse momento emergem dois argumentos que representam posicionamentos distintos, então, a contradição é estabelecida.

No turno 72, A7 questiona a fala de A5 sobre a ideia de que esteroides anabolizantes e suplementos causar problemas “do mesmo jeito”, justificando, implicitamente, entender que o consumo inadequado de suplemento também pode ser prejudicial, mas não da forma como os esteroides anabolizantes provenientes de hormônios, que representa uma justificativa para o ponto de vista de A7, que é contrário ao de A5.

O proponente A8, no turno 75, mantém seu posicionamento, que foi posto em dúvida e responde a pedido da professora P: “[...] Ele quer falar ó, vamos ouvir? Fala [...] (Apontando para A8) (turno 74), apresentando outra justificativa, que parece apontar para questão de natureza econômica (Sá, 2010), como visto em: “[...] e nem todo mundo, é... tem condições de ficar indo no médico”.

No turno 76, A5 refuta o colega (A8) quanto à questão de “tomar como todo mundo” demonstrando conhecer as diferenças do efeito do suplemento em cada pessoa. Seu argumento parece se apoiar nas discussões realizadas em sala de aula sobre a ação dos suplementos no metabolismo humano, que pode variar de pessoa para pessoa. Isto pode caracterizar indícios de apropriação do conhecimento científico escolar pelo aluno A5, de acordo com Leitão (2011). Este aluno reafirma seu posicionamento (“cada um tem as suas necessidades”) e sugere outra solução para a questão econômica trazida pelo A8 (turno 75): A5: “Ou não tomar, e comer melhor. Não gasta dinheiro e nem tem problema” Essa solução indica a consideração da justificativa apresentada pelo oponente (A8) como válida. Nesse

sentindo, esse processo de retomada do argumento após a contra-argumentação remete ao elemento “resposta”, conforme De Chiaro e Leitão (2005), indicando uma aceitação parcial do argumento de A8. O Quadro 1 apresenta uma síntese da 1ª situação argumentativa (SA) estabelecida no episódio em análise.

O Quadro 2 apresenta a identificação das dimensões relativas à natureza da argumentação nos discursos dos estudantes, segundo Sá (2010), na 1ª SA, a partir da emergência dos elementos da argumentação (Quadro 1).

No turno 77, surgem novas interações dando sequência à segunda parte do episódio 3. Neste turno, a ação verbal discursiva da professora ao fazer a pergunta: “[...] O que vocês acham?” promoveu a exposição de outros pontos de vista. Tal ação

corroborava com De Chiaro e Leitão (2005), quando afirmam sobre a importância das ações discursivas do professor ser fundamental para a manutenção do desenvolvimento da argumentação.

Considerando o aspecto econômico envolvido no processo de resolução da Q1 da QSC surge a alternativa de a

orientação ser feita pelo profissional de educação física (A7, turno 78). A13 (turno 79) discorda do argumento de A7, enfatizando que o *personal trainer* não tem conhecimento que é exigido para prescrever suplementos. A7 continua a discussão como proponente, sugerindo buscar orientação com profissionais mais próximos e “acessíveis” como os instrutores de academias ou *personal trainers* (turno 80). Ainda nesse turno, A7 responde o contra-argumento de A13, justificando que o conhecimento da experiência do profissional de educação física assegura que ele possa orientar

as pessoas quanto ao tempo de ingestão de suplementos. Fica evidente não haver mudança no posicionamento de A7 (Quadro 3).

O aluno A2 (turno 81) apresenta um argumento contrário ao posicionamento de A7, destacando que cada pessoa pode ter um

tipo de necessidade a ser suplementada. A2 também refuta o argumento de A7 - que afirma que os malefícios são causados quando consumidos por longo tempo - ressaltando que os problemas podem variar de acordo com a substância química contida no suplemento e com o metabolismo do consumidor (turno 81). Acredita-se que tal contra-argumento tem

O aluno A2 (turno 81) apresenta um argumento contrário ao posicionamento de A7, destacando que cada pessoa pode ter um tipo de necessidade a ser suplementada.

Quadro 1: Síntese dos elementos da 1ª SA no episódio 3 de acordo com De Chiaro e Leitão, 2005.

1ª SA		
Turnos de fala da 1ª SA	Elementos da Argumentação	Comentários
Turno 69: O aluno A8 expõe seu posicionamento onde ele acredita não ter “[...] necessidade de ter acompanhamento pra isso.” e completa “se fosse tipo bomba, era outra coisa, mas suplemento...”	Argumento	Temos a proposição do 1º argumento da SA3, caracterizado pelo ponto de vista e justificativa implícita na comparação do perigo dos suplementos alimentares com os perigos envolvidos no uso de esteroides anabolizantes.
Turno 71: A5 discorda da opinião anterior “Nada a ver, dependendo pode fazer mal do mesmo jeito pra pessoa.”	Contra-argumento	A ação do ponto de vista que havia sido apresentado caracteriza a oposição, tendo como justificativa o fato de que os suplementos também podem causar problemas, mesmo não sendo esteroides anabolizantes como comparado pelo proponente A8.
Turno 72: A7 entra na discussão questionando a opinião do colega: “Onde que “do mesmo jeito”? Muito raro ver caso de problema de saúde com suplemento e só se tomar por muito tempo.”	Contra-argumento	Surge mais um contra-argumento, dessa vez refutando o posicionamento do oponente e enfatizando a diferença de riscos entre suplementos e esteroides anabolizantes.
Turno 75: O aluno A8 retorna com uma nova justificativa para seu posicionamento “[...] É muito mais prático comprar logo e toma como todo mundo... e nem todo mundo, é... tem condições de ficar indo no médico.”	Resposta Contra-argumento	A8 apresenta outra resposta e uma nova justificativa com apelo econômico para reforçar o seu posicionamento. Essa resposta assume também o papel de contra-argumento frente à oposição.
Turno 76: A5 responde: “Mas não tem isso de tomar como todo mundo, porque não tem como saber como cada pessoa vai reagir... cada um é cada um. Cada um tem as suas necessidades. É melhor ir ao médico... Ou não tomar e comer melhor. Não gasta dinheiro e nem tem problema... (não) corre o risco”.	Resposta	A5 traz uma resposta como reação ao contra-argumento. E revê seu posicionamento refutando as justificativas do colega sobre a raridade dos problemas causados pelo uso de suplementos sem orientação, mostrando outra solução para a questão econômica.

Fonte: Autoras, 2018.

Elementos da argumentação	Natureza da argumentação/comentários
(A5): “Nada a ver, dependendo pode fazer mal do mesmo jeito pra pessoa.”	Social. Evidencia as consequências na qualidade de vida (saúde) do indivíduo com relação ao consumo de suplemento.
(A8) “Porque ninguém vai ficar direto indo no médico pra pedir orientação pra essas coisas. É muito mais prático comprar logo e tomar como todo mundo toma... e nem todo mundo, é... têm condições de ficar indo no médico”.	Ética e Econômica. O argumento faz referência à postura dos indivíduos acerca do consumo de suplemento sem orientação nutricional/médica e cita a dificuldade econômica para cumprir a indicação médica.
(A5): “Mas não tem isso de tomar como todo mundo, porque não tem como saber como cada pessoa vai reagir... cada um é cada um. Cada um tem as suas necessidades. É melhor ir ao médico... Ou não tomar e comer melhor. Não gasta dinheiro e nem tem problema... (não) corre o risco”.	Científica e Econômica. O argumento faz referência ao conhecimento científico sobre a especificidade do metabolismo de cada indivíduo, e também trata da viabilidade econômica da solução apresentada.

Fonte: Autoras, 2018.

base nas discussões acerca das indicações de doses diárias e do tempo de uso de alguns suplementos, por exemplo, o BCAA (auxilia na síntese proteica e tem dosagem diária de no máximo 20g) e termogênicos (aceleram o metabolismo e queimam gordura, não devem ser tomados por mais de três meses), abordadas nas atividades da sequência. O contra-argumento de A2 (turno 81) aponta indícios de que ele construiu significados sobre: metabolismo, variáveis químicas consideradas na suplementação e as consequências de uma ingestão inadequada.

No turno 82, A* amplia o contra-argumento de A2 para justificar que cada suplemento tem uma quantidade específica de substância que deve atender à necessidade de cada pessoa. Para isso, A* usa a palavra “concentrado” termo científico que foi discutido nas aulas 1ª a 3ª da SD. E ilustrou sua afirmativa com uma comparação feita entre o consumo de suplementos pelos atletas profissionais e demais consumidores, enfatizando que os primeiros precisam de quantidades mais elevadas de nutrientes para suprir os gastos energéticos, enquanto os segundos não necessitam (Quadro 3).

A7 (turno 83) responde às contra-argumentações, concordando que não é atribuição do profissional de educação física orientar suplementação.

Percebe-se nesse processo que, segundo Leitão (2012), houve revisão de perspectiva de A7, a qual contribuiu para a construção de conhecimento relativo à QSC. Entretanto, A7 questiona A* indicando uma relação de prós e contras: “Mas tu prefere que a pessoa tome sem orientação ou com a orientação do cara da loja?”, sugerindo alternativa ao consumidor que não procura orientação médica (“possivelmente por questões econômicas”) conseguir alguma orientação dos

vendedores de suplementos. A7 traz na questão, o fato de que, se o indivíduo quiser consumir ele o fará de qualquer

forma – com ou sem orientação – já que a venda é livre. Nessa direção, entende-se que esse questionamento como uma pergunta inicializadora, de acordo com Paoli, (2015), possui solicitação do opositor um argumento (Quadro 3).

Diante do questionamento de A7 (turno 84), o aluno A2 argumenta que “Eles não devem orientar também” e sugere outra solução que contemple a orientação médica e seu aspecto econômico: “[...] E você pode ir ao posto e você marca um nutricionista”, indicando que há também uma dimensão de natureza ética na resolução da QSC (Sá, 2010). A8 refuta o ponto de vista de A2 (turno 85), e traz a dimensão social atrelada à resolução da Q1 relativa ao longo tempo de espera para consulta no Sistema Único de Saúde (SUS). De acordo com Sá (2010), tal contra-argumento é de natureza social, pois relaciona aspecto da qualidade de vida do indivíduo ou sociedade. No turno 86, a resposta de A13 indica que não houve mudança de seu posicionamento (turno 79), mas que ele foi impelido a revê-lo, à luz das perspectivas presentes na discussão, processo que é inerente à construção de conhecimento, conforme Leitão, (2012) e De Chiaro e Leitão (2005). A síntese da 2ª SA é apresentada no Quadro 3.

Na 2ª SA foram identificadas as dimensões relativas à natureza da argumentação (Sá, 2010), dispostas no Quadro 4.

De acordo com Sá (2010), tal contra-argumento é de natureza social, pois relaciona aspecto da qualidade de vida do indivíduo ou sociedade. No turno 86, a resposta de A13 indica que não houve mudança de seu posicionamento (turno 79), mas que ele foi impelido a revê-lo, à luz das perspectivas presentes na discussão, processo que é inerente à construção de conhecimento, conforme Leitão, (2012) e De Chiaro e Leitão (2005). A síntese da 2ª SA é apresentada no Quadro 3.

Conclusões

A análise do episódio 3, que trata das interações discursivas ocorridas na resolução da Q1 da QSC, que aborda os motivos que levam as pessoas a não buscar orientação médica para o consumo de suplementos alimentares, nos permite chegar a cinco considerações: houve desenvolvimento da argumentação, evidenciado na identificação de duas situações

argumentativas; a natureza controversa do enunciado da QSC favorece à argumentação, a emergência das dimensões

Quadro 3: Síntese dos elementos da 2ª SA no episódio 3 (segundo trecho) (De Chiaro e Leitão, 2005).

2ª SA		
Turnos de fala da 2ª SA	Elementos argumentativos	Comentários
Turno 78: A7 propõe: (****) “Fala na academia, com a pessoa formada em Educação Física que tem conhecimento dessas coisas, sem exagerar.”	Argumento	A7 propõe orientação por outros profissionais mais “acessíveis”.
Turno 79: A13 enfatiza com relação à sugestão do colega de classe “Não tem. O <i>personal</i> não pode passar nada”.	Contra-argumento	A13 apresenta oposição a A7 com uma justificativa e conhecimento consistente.
Turno 80: A7 contrapõe: “Então, mas eles têm contato com isso direto. Eles conhecem mais, então sabem de que forma não vai fazer mal, pode dizer um período pra tomar e depois parar, essas coisas”.	Resposta	A7 responde o contra-argumento do seu oponente (A13) mantendo seu ponto de vista. Não há indicação de mudança de posicionamento.
Turno 81: A2 entra na discussão para refutar o colega: Não tem garantia de que não vai fazer mal. O que funciona pra mim pode não funcionar para ti. E... (pausa por causa das falas simultâneas) e se eu preciso tipo de, de uma quantidade de proteína e tomar mais? O <i>personal</i> vai saber só de olhar na minha cara? E se for outro [suplemento] que dê problema mais rápido? E também isso, pode ser mais rápido para um que para outro”.	Contra-argumento	A2 refuta as justificativas de “como todo mundo [consome]” e os problemas a serem causados “só se tomar por muito tempo” usadas pelo proponente.
Turno 82: A* apoia o argumento anterior: “Porque as quantidades das substâncias lá no suplemento são maiores, fica mais concentrado. Então vai ter que ser de acordo com o que cada um precisa. Se for um atleta é mais fácil, precisa repor porque tem um tipo de treino [...]”.	Contra-argumento	O aluno cede justificativas informações científicas para apoiar o contra-argumento da oposição.
Turno 83: A7 retoma a fala: “Pronto! Eles não podem orientar. Mas tu preferes que a pessoa tome sem orientação ou com a orientação do cara da loja? Porque vão continuar vendendo pra pessoa”.	Resposta	A7 indica apresentar uma mudança de perspectiva, aceita o posicionamento contrário ao dele inicialmente (“indicando revisão de conhecimento”), mas solicita um novo argumento ao seu opositor.
Turno 84: O aluno A2 se posiciona: “Eles não devem orientar também. [...] pode ir ao posto e marcar um nutricionista. Opção tem. [...]”.	Argumento	A2 se posiciona sobre o questionamento do colega (A7) e justifica indicando uma solução para “questão econômica” trazida anteriormente.
Turno 85: (falas simultâneas) (****) A8 retorna para a discussão “No posto? Do SUS? Quantas vezes tu marcasse aí? Você esperar meses pra uma consulta pra poder tomar um suplemento. Quem vai? Ninguém vai não”.	Contra-argumento	Refutando a fala do colega, A8 traz um problema social relacionado ao atendimento no SUS.
Turno 86: A13 responde: “Aí vai da consciência de cada um. É melhor não tomar e fazer uma dieta direitinho de proteínas, vitaminas e tal. Dá pra fazer. Tem aplicativo que ajuda [...]”.	Resposta	Essa fala mostra que, não houve mudança de posicionamento, mas houve uma revisão de seu argumento inicial à luz dos pontos de vista apresentados.

Fonte: Autoras, 2018.

sociais e subjetivas influencia na resolução da QSC, as ações verbais da professora contribuem para o desenvolvimento da argumentação, e as discussões argumentativas propiciadas pela QSC possibilitam o desenvolvimento do pensamento e linguagem científica sobre Suplementação Alimentar.

Com relação à natureza da argumentação, emergiram

nas ações discursivas verbais dos estudantes para responder a Q1 da QSC, aspectos de natureza ética, social, econômica e científica, que se referem ao plano epistêmico e remetem a indícios de construção de conhecimento sobre o tema Suplementação Alimentar, com predomínio das dimensões científica e ética, que se relacionam com a estrutura da QSC

Quadro 4: Identificação da natureza da argumentação (Sá, 2010) na 2ª SA.

Elementos da argumentação	Natureza da argumentação/ comentários
(A13): Não tem. O <i>personal</i> não pode passar nada.	Ética. O argumento informa que não é atribuição do profissional (<i>personal</i>) orientar/prescrever suplementos.
(A2): “[...] O que funciona pra mim pode não funcionar pra ti. E se eu preciso tipo de, de uma quantidade de proteína e tomar mais? O <i>personal</i> vai saber só de olhar na minha cara? E se for outro que dê problema mais rápido? E também isso pode ser mais rápido pra um que pra outro”.	Científica e Ética. O argumento traz o termo “proteína” pertencente ao domínio científico, e faz referência aos conceitos científicos sobre metabolismo. Além de questionar a postura ética dos <i>personal trainers</i> .
(A*) “Porque as quantidades das substâncias lá no suplemento são maiores, fica mais concentrado. Então vai ter que ser de acordo com o que cada um precisa [...]”.	Científica. Demonstra ter conhecimento científico escolar sobre composição química dos suplementos usando o termo substância.
(A2): “[...] E você pode ir ao posto e você marca um nutricionista. Opção tem [...]”.	Ética. Questiona a postura das pessoas que não procuram orientação nutricional.
(A8): “No posto? Do SUS? Quantas vezes tu marcasse aí? Voc vai esperar meses pra uma consulta pra poder tomar um suplemento, quem vai? Ninguém vai não”.	Social. O argumento faz referência ao problema social da falta de qualidade dos serviços da saúde pública e como afeta a qualidade de vida da sociedade.
(A13): “Aí vai da consciência de cada um. É melhor não tomar e fazer uma dieta direitinho de proteína, vitaminas e tal. Dá pra fazer. Tem aplicativo que ajuda [...]”.	Científica e Ética. O argumento traz os termos “proteínas” e “vitaminas” pertencentes ao domínio científico e resume a questão da busca por orientação a um aspecto ético de cada indivíduo.

Fonte: Autoras, 2018.

proposta. Esse estudo apresenta contribuições para pesquisas futuras sobre o desenvolvimento da argumentação, na vertente dialógica, no Ensino de Química a partir da abordagem de QSC em sala de aula.

Química e mestre em Ensino das Ciências pela UFRPE e doutora em Educação pela Universidade Federal de Pernambuco. É professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, onde coordena o Núcleo de estudo e pesquisa em Ensino e Aprendizagem baseados na Resolução de Problemas (NUPEABRP), Recife, PE – BR. **Thiara Vanessa da Silva Barbosa** (thiara.vanessa@gmail.com), é licenciada em Química e mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco. É professora de Ciências da rede privada de ensino de Pernambuco. Recife - PE - BR.

Thiara Vanessa da Silva Barbosa (veronica.santos@ufrpe.br) é licenciada em

Referências

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Dicumba – o aprender pela pesquisa em sala de aula: os saberes científicos de química no contexto sociocultural do aluno. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 13, n. 2, p. 338-352, 2018.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a Base. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf, acesso em dez. 2018.

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 2, n.3, p. 171-189, 2000.

DE CHIARO, S.; AQUINO, K. A. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. *Educação e Pesquisa*, v. 43, n. 2, p. 411-426, 2017.

DE CHIARO, S.; 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.

DRIVER, R.; NEWTON, P., & OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, v.84, n.3, p. 287–312, 2000.

JIMENÉZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentar consiste em evaluarlos enunciados en base a pruebas*. In: _____. 10 ideas clave. Competencias em argumentación y uso de pruebas. 1. Ed. Barcelona: Editorial Graó, Cap. 1, p. 17-30, 2010.

JOHNSON, R. H. Revisitando o triunvirato lógica/dialética/retórica. *Revista Eletrônica de Estudos Integrados em Discurso e Argumentação*, n. 20, v. 1, p. 254-273, 2020. Tradução: Eduardo Lopes Piris e Paulo Roberto Gonçalves-Segundo.

LEITÃO, S. Argumentação e desenvolvimento do pensamento reflexivo. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 20, n. 3, p. 454-462, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prc/v20n3/a13v20n3.pdf>, acesso em fev. 2019.

LEITÃO, S. *O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula*. In: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M. C. (Org). *Argumentação na escola: o conhecimento em construção*. Campinas, SP: Pontes Editores, cap. 1, p. 13-46, 2011.

LEITÃO, S. The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, 43, 6, p. 332-360, 2000.

LEITÃO, S. O trabalho com argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem: um desafio persistente. *Uni-pluri/versidad*, v. 12, n.3, p. 23-37, 2012.

LOURENÇO, A. B.; QUEIROZ, S. L. Argumentação em aulas de química: estratégias de ensino em destaque. *Química Nova*, v. XY, n. 00, p. 1-11, 2020. Disponível em: <http://static.sites.sbg.org.br/quimicanova.sbg.org.br/pdf/ED2020-0133.pdf>, acesso em set. 2020.

MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. Argumentação em discussões sociocientíficas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 18, n. 3, p. 621-643, 2013.

PAOLI, J. *Processos argumentativos em aulas de química sobre o tema sociocientífico “suplementação alimentar” – uma proposta para o ensino médio*. 165 f. Dissertação (Mestrado

em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PLANTIN, C. *Argumentação: histórias, teorias e perspectivas*. 1. ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

SÁ, L. P. *Estudos de caso na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no Ensino Superior de Química*. 278 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2010.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Química Nova*, v. 30, n. 8, p. 2035-2042, 2007.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Tipos de próteses como tema sociocientífico para a promoção da argumentação no ensino de química*. In: CONRADO, D. M. e NUNES-NETO, N. *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: EDUFBA, 2018.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: Possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Ensino de Ciências com Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS*. In: _____. *Educação em Química: compromisso e cidadania*. 4. ed. Injuí: Ed. Unijuí, 2010. cap. 3, p. 61-97.

SILVA, A. da C. T.; MORTIMER, E. F. Aspectos teórico-metodológicos da análise das dinâmicas discursivas das salas de aula de ciências. *Atas do VENPEC*, 2005. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/676/1/AspectosAulaCiencias.pdf>, acesso em jan. 2019.

SOUSA, P. S.; GEHLEN, S. T. Questões sociocientíficas no ensino de ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v.19, e2569, p. 1-22, 2017.

Abstract: *Socioscientific issue and emergency of argumentation in chemistry teaching*. This work aims to identify and analyze the emergence of argumentation processes, in a dialogical perspective, and their nature based on discursive interactions between students, in the resolution of a Socio-Scientific Question (QSC) on Food Supplementation. For this purpose, a didactic sequence was developed for students in the 3rd year of high school at a public school in Pernambuco. The methodological procedures adopted were: Elaboration, Development and Data Analysis of the referred Sequence. The discursive interactions that occurred in the resolution of the QSC were analyzed based on the categories: argument, counter-argument and response; and nature of the argument: environmental, scientific, economic, ethical and social. The results show that the resolution of the QSC and the activities of the sequence establish a favorable context for the emergence of argumentation, considering the social, ethical, economic and scientific dimensions, and show indications of knowledge construction on the topic of Food Supplementation.

Keywords: socio-scientific issues, argumentation, chemistry

O método de Estudos de Caso na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química: uma revisão bibliográfica

Ágatha Lottermann Selbach, Daniele Prestes Daniel, Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro e Camila Greff Passos

Este artigo objetiva realizar um mapeamento das pesquisas relacionadas à metodologia de Estudos de Caso (EC) na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química. Para tanto, realizamos um levantamento bibliográfico nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (2011-2019) e do Encontro Nacional de Ensino de Química (2010-2018), assim como na base de dados das revistas Química Nova e Química Nova na Escola (2010-2020). Com a análise qualitativa empreendida, identificamos vinte trabalhos e nove artigos sobre o uso da metodologia, com estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química em sua maioria. As propostas pedagógicas utilizadas contemplam atividades presenciais e com o uso de plataformas digitais. Os aportes teóricos propostos por Toulmin (2006) e Clark e Sampson (2008) foram os mais citados para análise da qualidade da argumentação. Os resultados apontam a eficácia do método de EC em termos de aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de habilidades como capacidade argumentativa, trabalho em equipe e autonomia na busca por conhecimento.

► estudos de caso, argumentação, ensino superior de química ◀

Recebido em 18/09/2020, aceito em 05/12/2020

Segundo o Parecer CNE/CES 1.303/2001 (Brasil, 2001), os currículos dos cursos de Ensino Superior de Química “estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo dos formativos, fazendo com que o estudante saia dos cursos de graduação com ‘conhecimentos’ já desatualizados e não suficientes para uma ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão” (Brasil, 2001). Convergente ao tema, Holme (2019) traz para a reflexão a seguinte pergunta na visualização de um cenário futuro com automação robótica e *machine learning*: O currículo de Química atual realmente produz o químico adaptável de amanhã?

Ao aprofundar o assunto, o autor apresenta algumas habilidades humanas dificilmente reproduzíveis pelas máquinas. São elas: i) a percepção e manipulação; ii) a inteligência social e iii) a criatividade. A primeira delas, percepção e

manipulação, estaria correlacionada às destrezas manuais; a inteligência social remete às diferentes relações humanas, e, por fim, aparece a criatividade. A criatividade, ou inteligência criativa, está relacionada diretamente à tomada de decisão para a resolução de problemas, que exigirão também o desenvolvimento do pensamento crítico por parte do profissional (Holme, 2019).

Diante disso, diversas metodologias de ensino vêm sendo aplicadas na busca por uma participação mais ativa do aluno nas relações de ensino e aprendizagem. Essas tentativas visam à superação das lacunas deixadas pelos currículos atuais que são refletidas diretamente no perfil do

profissional de Química e na forma de atuação deste cidadão.

Uma das metodologias utilizadas com esse fim é a de Estudos de Caso (EC). Essa metodologia tem como objetivo o desenvolvimento de habilidades de ordem superior, como

[...] diversas metodologias de ensino vêm sendo aplicadas na busca por uma participação mais ativa do aluno nas relações de ensino e aprendizagem. Essas tentativas visam à superação das lacunas deixadas pelos currículos atuais que são refletidas diretamente no perfil do profissional de Química e na forma de atuação deste cidadão.

a tomada de decisão e o desenvolvimento da argumentação. Ela emprega o uso de narrativas – os casos – para ilustrar diversas situações que simulem a vida real dos futuros profissionais e que envolvam os alunos nas questões apresentadas, para que esses busquem caminhos prováveis que levem a uma resolução adequada dos problemas elencados. Como metodologia de ensino derivada da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), os EC apresentam uma nova maneira de se trabalhar conteúdos químicos de forma ativa como meio alternativo às aulas expositivas de cunho tradicional, destacando-se, no entanto, frente a outras propostas, pelo foco no desenvolvimento de habilidades como argumentação, trabalho em equipe, leitura, escrita, entre outros (Sá e Queiroz, 2010).

Neste artigo de revisão, são apresentados dados de uma pesquisa realizada nos cinco últimos anais dos eventos: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), assim como na base de dados dos últimos dez anos da revista Química Nova (QN) e Química Nova na Escola (QNEsc), acerca dos direcionamentos da utilização dessa metodologia no Ensino Superior de Química no Brasil. O ENPEC é um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC). Nesse evento, são discutidos trabalhos de pesquisa em educação nas áreas de química, física, biologia, geociências, ambiente, saúde e áreas afins, com o principal objetivo de favorecer a interação dos pesquisadores dessas áreas. O ENEQ também é realizado a cada dois anos e trata-se de um evento promovido pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), no qual são discutidos os direcionamentos da Educação Química no Brasil, experiências de ensino e formação de professores de Química, com ênfase nos principais avanços e limitações da área. Assim, os anais desses eventos podem ser considerados como potenciais fontes de pesquisa sobre diferentes aspectos da área de Ensino de Química no Brasil. Ademais, foram considerados os periódicos QN e QNEsc, pois estas integram a linha editorial da SBQ e são bases de dados importantes para o campo educacional no contexto nacional.

Nesse cenário, o objetivo desta investigação é realizar um mapeamento dos estudos relacionados ao método de EC na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química, para compreender como essa metodologia de ensino vem sendo investigada e efetivada no contexto das aulas de Química. Como questões de pesquisa, pautamos: Quais são as disciplinas e contextos utilizados nas experiências e pesquisas analisadas? Qual o perfil dos trabalhos apresentados quanto à natureza das pesquisas e à origem geográfica? Quais são as tendências pedagógicas utilizadas? Qual o aporte teórico utilizado para analisar a qualidade da argumentação?

Quais as formas de contribuições e dificuldades atreladas ao emprego dessa metodologia? Entendemos que, dessa maneira, poderemos aprimorar a fundamentação teórica da pesquisa que estamos realizando e apresentar subsídios teóricos para fomentar novos estudos na área.

Referencial teórico

A metodologia de EC aplicada ao Ensino de Química foi relatada pela primeira vez no Brasil em 2007 com a publicação do artigo “Estudos de Caso em Química” na revista Química Nova (Sá, Francisco e Queiroz, 2007). Inicialmente utilizada nas áreas de saúde em nível internacional, essa metodologia ganhou destaque na área de ciências com publicações em periódicos como o *Journal of College Science Teaching* e *Journal of Chemical Education*, ainda nos anos 1990.

Os objetivos da utilização dessa metodologia transpassam somente o aprendizado de um determinado conteúdo. Toda a sequência didática é desenvolvida pautada em uma narrativa que simula uma situação real, descrita com uma ou mais problemáticas a serem resolvidas. Essas narrativas são denominadas “casos” e motivam os aprendizes ao se questionarem como e qual o motivo da ocorrência de certos fenômenos. Além disso, favorece a reflexão dos educandos acerca de possíveis formas de solucionar problemas específicos relacionados à futura prática profissional.

Nesse contexto, o estudante deve se comprometer a buscar meios e informações pertinentes para a construção de uma resolução adequada ao dilema apresentado no caso. Por possibilitar uma atuação mais ativa do estudante na sua própria aprendizagem, os EC podem favorecer o desenvolvimento das chamadas habilidades de ordem superior, que podem ser entendidas como categorias de conteúdos procedimentais e atitudinais (Herreid, 1998; Sá, Francisco e Queiroz, 2007; Sá e Queiroz, 2010; Velloso *et al.*, 2009; Alba, Salgado e Del Pino, 2013), que progredem junto ao crescimento da autonomia do estudante ao exercitar as atividades propostas pela metodologia. Outrossim, o método de EC propicia ao estudante “direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável” (Sá e Queiroz, 2010, p. 12).

Dessa maneira, é crescente o desenvolvimento de investigações que abordam a argumentação, principalmente no Ensino de Química. Nesse sentido, algumas pesquisas têm se destacado, tais como: a prática da argumentação por meio de interações colaborativas em ambiente virtual (Souza e Queiroz, 2013; Souza, Cabral e Queiroz, 2015) e o método de EC na promoção da argumentação no Ensino de Química (Sá e Queiroz, 2007; Souza e Queiroz, 2013).

[...] o objetivo desta investigação é realizar um mapeamento dos estudos relacionados ao método de EC na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química, para compreender como essa metodologia de ensino vem sendo investigada e efetivada no contexto das aulas de Química.

Nesse cenário, Sá, Francisco e Queiroz (2007) enfatizam o papel da linguagem como componente fundamental para se adquirir conhecimento científico. Além disso, os mesmos autores acreditam que a utilização de casos colabora para o Ensino de Química, favorecendo a análise da dimensão discursiva no contexto escolar.

Nessa linha de pensamento, Silva e Francisco Júnior (2020) consideram que, referente aos casos investigativos, existem várias práticas pedagógicas que beneficiam a comunicação oral e, consequentemente, as interações discursivas entre os alunos. “Durante essas interações discursivas, a argumentação pode proporcionar aos estudantes uma reorganização dos enunciados, possibilitando a manifestação do pensamento crítico e a apropriação conceitual” (Silva e Francisco Júnior, 2020, p. 159). Além do mais, “a estratégia de uma atividade utilizando um debate favorece um ambiente propício para que os alunos pratiquem e aprendam a argumentar, ou melhor, que se tornem capazes de reconhecer as afirmações sendo estas contraditórias ou não” (Silva e Francisco Júnior, 2020, p. 159), assim, sendo esse debate coletivo, as ideias poderão ser reformuladas por meio das contribuições dos colegas (Altarugio, Diniz e Locatelli, 2010).

Bianchini (2011) acredita que ações pedagógicas que favorecem a argumentação no contexto escolar podem ser aliadas para a formação de estudantes pensadores críticos, que sejam capazes de utilizar seus pensamentos em favor próprio ou em conjunto, assim como discutir problemas, sugerir soluções e desenvolver diferentes tipos de conhecimentos. Nessa linha de pensamento, a prática da argumentação pode fazer com que os alunos compreendam o conhecimento científico adequadamente, destacando a importância de se trabalhar essa habilidade no Ensino de Química para a apropriação conceitual de diversos assuntos (Sá e Queiroz, 2007).

Metodologia

A fim de compreender como os EC vêm sendo aplicados na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química, foi realizada uma busca nos anais dos eventos ENPEC (2011-2019) e ENEQ (2010-2018), assim como na base de dados da revista QN e QNEsc de 2010 até novembro de 2020, por trabalhos completos e artigos que apresentassem o uso dessa metodologia no Ensino Superior.

Como palavras-chave, foram utilizados os termos “Estudos de Caso”, “Estudo de Caso”, “Estudo de Casos” e “Casos”, de modo a abranger o maior número de trabalhos com a temática, cuja terminologia varia de publicação a publicação, traduzidas do inglês *Case Studies*. Também o uso de mais de uma palavra-chave facilita a diferenciação dos trabalhos que apresentam a metodologia de ensino de

estudos de caso e daqueles que apresentam a metodologia de pesquisa estudo de caso.

As análises dos trabalhos foram inspiradas em referenciais da pesquisa qualitativa, como Bogdan e Biklen (1991). Os autores apresentam que dados textuais podem ser analisados com enfoque na elaboração de categorias de análise. Partindo desse pressuposto, inicialmente foi identificado o número de publicações contendo o emprego dos EC em Instituições de Ensino Superior (IES) com a leitura dos títulos, palavras-chave e resumos. Posteriormente, foi realizada a leitura na íntegra dos textos, para reagrupar os trabalhos e artigos selecionados de acordo com os objetivos e questionamentos da nossa pesquisa e para um melhor tratamento dos dados. Após, foram elaboradas categorias de análise, sendo estas: Pesquisadores e origem geográfica; Objetivos das pesquisas em termos de habilidades e conteúdos conceituais; Contextos de utilização dos Estudos de Caso; Coleta de dados e referencial teórico para análise da qualidade dos argu-

mentos; Propostas pedagógicas; Formas de contribuições dos Estudos de Caso; Dificuldades atreladas ao emprego da metodologia. Essas categorias de análise foram criadas pelos autores com o objetivo de concentrar neste artigo a essência dos trabalhos e artigos publicados nesses últimos dez anos no ENEQ, ENPEC, QN e QNEsc sobre o uso dos Estudos de Caso para o desenvolvimento da argumentação no Ensino Superior.

Resultados e Discussão

As cinco últimas edições do ENEQ e do ENPEC apresentaram vinte trabalhos completos sobre a aplicação dos EC no Ensino Superior. Na base de dados dos últimos dez anos da revista QN e QNEsc foram identificados nove artigos. Um número pequeno frente à magnitude dos anais dos eventos e do escopo das revistas. É pertinente salientar que nos Anais do XV ENEQ, em 2010, não foram localizados trabalhos com o foco desta pesquisa. Os nove trabalhos publicados no ENEQ, os onze publicados no ENPEC, os quatro artigos na QNEsc e os cinco na QN estão apresentados no Quadro 1, com seus respectivos autores.

Pesquisadores e origem geográfica

A análise realizada nos textos nos permite identificar que os EC vêm sendo aplicado em diversas regiões do Brasil. Percebemos um número significativo de trabalhos e artigos publicados na região Sudeste do país (dezesseis), especialmente no estado de São Paulo, seguidos das regiões Sul e Norte, com cinco pesquisas em cada. Já a região Nordeste, conta com quatro estudos e a região Centro-Oeste, conta com um trabalho do estado do Mato Grosso.

A fim de compreender como os EC vêm sendo aplicados na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química, foi realizada uma busca nos anais dos eventos ENPEC (2011-2019) e ENEQ (2010-2018), assim como na base de dados da revista QN e QNEsc de 2010 até novembro de 2020, por trabalhos completos e artigos que apresentassem o uso dessa metodologia no Ensino Superior.

Quadro 1: Trabalhos e artigos analisados.

Trabalho/ Artigo	Título do Trabalho/Artigo	Autor	Ano	Evento/Periódico
1.	Contribuições da argumentação e do estudo de casos para o ensino de ciências: uma análise sob a perspectiva de Stephen Toulmin	SILVA, A.F.A.; LIMA, C.D.A.; LIBERTO, N.A.; SILVA, S.A.; SOUZA, V.C.A.	2011	ENPEC VIII
2.	As contribuições do método de estudo de casos para o desenvolvimento de habilidades	SILVA, S.; SILVA, A.	2011	ENPEC VIII
3.	Estudo de caso por meio de experimentação: uma atividade para o ensino de métodos eletrolíticos.	FRANCISCO JR., W.	2012	ENEQ XVI
4.	O caso do tacho de cobre: ações e compreensões de professores de Química em formação e o ensino de CTS.	GONDIM, M.; PINHEIRO, J.	2013	ENPEC IX
5.	Estudo de caso na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química	SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2013	ENPEC IX
6.	A promoção do desenvolvimento de saberes na formação docente de ciências naturais por meio do estudo da realidade local	RIBEIRO, K D. F.; DARSIE, M. M. P.	2014	ENEQ XVII
7.	Análise dos casos com aspectos sociocientíficos produzidos por professores de química em formação inicial	GOMES, A. S.; GONDIM, M. S. C.	2014	ENEQ XVII
8.	Questões sociocientíficas na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química	SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2014	ENEQ XVII
9.	Uma análise de textos argumentativos de graduandos em química	SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2015	ENPEC X
10.	Casos investigativos e o ensino de cromatografia líquida de alta eficiência	FRANCISCO, W.; BENITE, A.M.	2015	ENPEC X
11.	Estudo de caso baseado em resolução de problemas: uma metodologia para a aprendizagem de corrosão na área de petróleo e gás com alunos do ensino superior	LIMA, K.; SARMENTO, H.V.; CRUZ, M.C.	2016	ENEQ XVIII
12.	Análise de interações colaborativas em ambiente virtual de aprendizagem: foco na argumentação de graduandos em química	SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2016	ENEQ XVIII
13.	Estudo de caso e desenvolvimento da argumentação sobre questões sociocientíficas por estudantes de química geral da Universidade Federal de Viçosa (MG)	SANTOS, M. J.; SILVA, A.; SOUZA, V.C.A.	2016	ENEQ XVIII
14.	Estudo de caso sobre a química dos carboidratos: contribuições para a formação profissional dos estudantes de química da UFRGS	PASSOS, K.; CAMPO, L.F.; PASSOS, C. G.	2016	ENEQ XVIII
15.	Identificação e caracterização de estratégias enunciativas entre estudantes de química em nível superior	SILVA, L. G.; FRANCISCO JR., W.	2016	ENEQ XVIII
16.	Noções básicas de segurança no trabalho com radiações: uma abordagem para calouros por meio do método de estudo de caso	SALGADO, T.D. M.; SILVA, A. D.	2017	ENPEC XI
17.	Resolução de caso investigativo por graduandos em química: habilidades de comunicação em foco	CABRAL, P.F.; SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2017	ENPEC XI
18.	Análise de ações verbais e interações discursivas em uma atividade envolvendo caso investigativo no ensino superior de química	FRANCISCO JR., W.; SILVA, L. G.	2019	ENPEC XII
19.	Estudo de caso como estratégia para desenvolver o pensamento crítico em licenciandos em química	FERNANDES, C.G.; SOUZA, J.A; SUART, R.C.; THOMASI, S.S.	2019	ENPEC XII
20.	Influência de um caso contemporâneo para as discussões e reflexões sobre a natureza da ciência	SILVA, C.M.; AMORIM, G.S.; FIRME, R.D.N.	2019	ENPEC XII

Quadro 1: Trabalhos e artigos analisados (cont.).

Trabalho/Artigo	Título do Trabalho/Artigo	Autor	Ano	Evento/Periódico
21.	Aprendizagem baseada em casos investigativos e a formação de professores: o potencial de uma aula prática de volumetria para promover o ensino interdisciplinar	PIERINI, M. F.; ROCHA, N. C.; SILVA FILHO, M. V.; CASTRO, H. C.; LOPES, R. M.	2015	Química Nova na Escola (QNEsc)
22.	Argumentação de graduandos em química sobre questões sociocientíficas em um ambiente virtual de aprendizagem	SOUZA, N. S.; CABRAL, P. F. O.; QUEIROZ, S. L.	2015	QNEsc
23.	Ambiente virtual de aprendizagem para a aplicação de atividades didáticas pautadas na resolução de estudos de caso	SOUZA, N. S.; CABRAL, P. F. O.; QUEIROZ, S. L.	2018	QNEsc
24.	Análise de interações discursivas e ações verbais entre estudantes do nível superior de química: um diálogo sobre a argumentação e a aprendizagem	SILVA, L. G.; FRANCISCO JR., W.	2020	QNEsc
25.	Estudo de casos na formação de professores de química	PINHEIRO, A. N.; MEDEIROS, E. L.; OLIVEIRA, A. C.	2010	Química Nova (QN)
26.	Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores	MASSENA, E. P.; GUZZI FILHO, N. J.; SÁ, L. P.	2013	QN
27.	Casos investigativos para a promoção da CSCL no ensino superior de química	CABRAL, P. F. O.; SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2017	QN
28.	O tema carboidratos através da metodologia de Estudos de caso: desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais	PASSOS, K.; CAMPO, L. F.; DANIEL, D. P.; LIMA, F. S. C.; PASSOS, C. G.	2018	QN
29.	Autoria coletiva em ambiente informatizado no ensino superior de química	SILVA, E. M. S.; LIMA, M. S.; QUEIROZ, S. L.	2019	QN

Fonte: Os autores, 2020.

Na Figura 1, é possível visualizar a distribuição das publicações ao longo dos anos, de acordo com o estado onde foi realizada a pesquisa relacionada ao evento ou revista em que foi publicada.

Nos últimos dez anos, foram encontrados um total de 47 autores distintos (Quadro 1). A autora com maior número de publicações dentro do tema foi Salete Linhares Queiroz com nove, e, em seguida, com sete pesquisas, Nilcimar dos

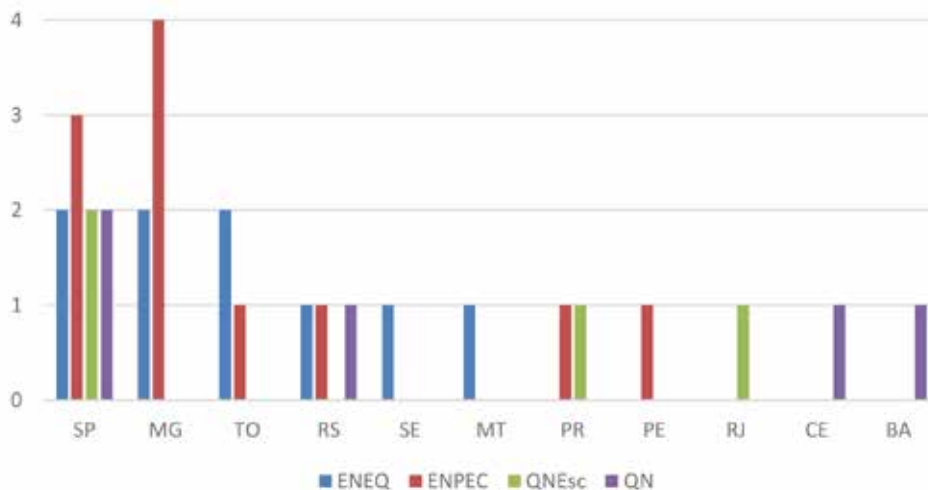


Figura 1: Publicações por estado brasileiro. Fonte: Os autores, 2020.

Santos Souza. Também foram identificados quatro trabalhos com autoria de Welington Francisco Júnior.

Os dados da Figura 1 reforçam os estudos de Sidone, Haddad e Mena-Chalco (2016). Esses autores afirmam que, no Brasil, constata-se uma grande heterogeneidade espacial das atividades de pesquisa científica, na qual o padrão regional da distribuição das publicações e dos pesquisadores é altamente concentrado na região Sudeste, tendo como ênfase as capitais dos estados.

Objetivos das pesquisas em termos de habilidades e conteúdos conceituais

Nos trabalhos e artigos que compuseram o corpus de análise, há registro do uso dos EC em diversas situações do Ensino Superior: alunos de início e final de curso, com atividades desenvolvidas durante uma aula ou durante várias semanas, com foco no desenvolvimento profissional ou pessoal dos discentes.

Os autores das pesquisas analisadas destacaram o uso da metodologia como forma de apresentar uma proposta didática diferenciada, pautada em interações colaborativas entre os estudantes (trabalhos 5 e 18; artigos 23 e 24); de facilitar a apropriação conceitual dos discentes nas aulas de Química (trabalhos 9, 10, 15 e artigos 21 e 25), e de desenvolvê-los como futuros profissionais e cidadãos por meio do trabalho em equipe, da tomada de decisões, da compreensão de conceitos químicos e da busca por informações em fontes relevantes de pesquisa (trabalhos 2 e 14 e artigos 26, 28 e 29).

Também relataram como objetivo a possibilidade de analisar a capacidade dos estudantes de estabelecer relações entre conceitos científicos com uma abordagem humanística (trabalho 3), de proporcionar uma reflexão crítica aos futuros professores sobre a produção de materiais e estratégias de ensino numa perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), como no trabalho 7 ou CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente) como no artigo 19.

Nesse cenário, acreditamos que o desenvolvimento do pensamento crítico é fundamental para que se forme um cidadão reflexivo, o qual tenha a possibilidade de atuar efetivamente na sociedade em que vive com o intuito de tomar decisões, emitir juízos de valor. Assim sendo, as instituições de ensino não podem se limitar a transmitir conceitos e fórmulas científicas nos cursos de Química, mas devem apresentar aos seus educandos atividades práticas e reflexivas (Holme, 2019).

Os EC foram citados como uma alternativa para avaliar o processo de aprendizagem no Ensino Superior e como uma ferramenta capaz de aprimorar a produção de argumentos e a qualidade dos fundamentos apresentados pelos estudantes (trabalhos 1, 2, 5, 8, 9, 12, 13, 18 e 19 e artigos 22, 23, 24, 27, 28 e 29).

No artigo 23, os estudos estavam voltados para a habilidade de argumentação. Essa habilidade é destacada

pelos pesquisadores como sendo de grande importância no aprendizado das Ciências, pois, conforme Souza, Cabral e Queiroz (2015), permite aos alunos “alcançar um entendimento mais amplo e aprofundado sobre o tema em foco” (p. 96), considerando diferentes pontos de vista e fazendo questionamentos uns aos outros.

Nesse contexto, as pesquisas que valorizam o papel da argumentação no processo de ensino e aprendizagem no Ensino de Química têm se destacado no campo educacional (Santos, 2014; Jiménez-Aleixandre, 2014). Essas investigações apontam para a necessidade do desenvolvimento de ações metodológicas “que estimulem a capacidade argumentativa dos estudantes no sentido de promover melhor compreensão acerca da linguagem científica, dos conhecimentos científicos e da própria natureza da construção do conhecimento científico” (Souza e Queiroz, 2016, p. 1). Assim sendo, “a organização de atividades didáticas em que os estudantes tenham oportunidade de praticar a argumentação é desejável” (Souza e Queiroz, 2016, p. 1).

Contextos de utilização dos Estudos de Caso

Com a análise interpretativa das pesquisas analisadas construímos o Quadro 2, que mostra as disciplinas, cursos, conteúdos ou temáticas escolhidas para implementação dos EC.

Notamos uma expressiva contribuição da aplicação dos casos em disciplinas relacionadas à Comunicação Científica (trabalhos 5, 8, 9, 12 e 17 e artigos 22, 23, 27 e 29), destinadas ao desenvolvimento de conteúdos procedimentais por alunos ingressantes nos cursos de Bacharelado em Química e, num patamar menor, nas disciplinas voltadas à formação de professores em cursos de Licenciatura em Química ou áreas afins (trabalhos 2, 4, 6, 7 e artigo 20).

Em disciplinas cuja súmula é voltada para o aprendizado de conteúdos conceituais de Química, destaca-se a Química Geral (trabalhos 1 e 13), cursada por alunos ingressantes na graduação de distintos cursos, e as disciplinas de Química Orgânica (trabalhos 14, 15, 18, 19 e artigo 24 e 28), com casos de narrativas direcionadas às temáticas ambientais ou bioquímicas. Resultado que aponta a versatilidade da metodologia, pois permite que as atividades sejam aplicadas em turmas com perfis heterogêneos de alunos, como nas disciplinas iniciais dos cursos, assim como nas das etapas mais avançadas.

Ainda analisando o Quadro 2, percebemos uma grande variedade de conteúdos ou temáticas trabalhadas nas diversas disciplinas relacionadas aos cursos de Química e áreas afins. Dos 29 conteúdos ou temáticas apresentadas, notamos que seis foram repetidas o que demonstra não a falta de temas a serem abordados, mas a importância dos mesmos para a formação profissional dos estudantes e sociedade. Além disso, verificamos que todos os conteúdos, trazidos à baila

[...] acreditamos que o desenvolvimento do pensamento crítico é fundamental para que se forme um cidadão reflexivo, o qual tenha a possibilidade de atuar efetivamente na sociedade em que vive com o intuito de tomar decisões, emitir juízos de valor.

Quadro 2: Disciplinas, cursos, conteúdos ou temáticas dos EC.

Disciplinas	Cursos	Conteúdos ou Temáticas (Trabalhos/Artigos)
Química Geral	Bacharelado e Licenciatura em Química; Licenciatura em Física; Ciência e Tecnologia de Laticínios e Engenharias; Ciências Biológicas, Ciência e tecnologia de laticínios, Agronomia e Engenharias	Química dos solos (trabalho 1), Contaminação de alimentos por embalagens danificadas (trabalho 13)
Formação profissional e áreas de atuação do Químico	Licenciatura em Química; Química Ambiental	Radioatividade; Indústrias petrolíferas; problemas ambientais; geração de resíduos: descarte e tratamento (trabalho 2)
Química Analítica II e Química analítica Instrumental	Engenharia Biotecnológica; Química Ambiental	Métodos eletrolíticos (trabalhos 3), Método de análise qualitativa e quantitativa do DDT -diclorodifeniltricloroetano (trabalho 10)
Projetos integrados de práticas educativas IV; Práticas de Ensino de Química; Não informado	Química Licenciatura; Ciências Naturais e Matemática; Licenciatura em Química	Tachos de cobre (trabalho 4); Agricultura da Soja (trabalho 6); Vários assuntos relacionados com aspectos sociocientíficos (trabalho 7)
Comunicação Científica; Comunicação e Linguagem Científica; Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II	Bacharelado em Química	Toxicidade dos elementos Químicos (trabalhos 5, 8 e artigo 22); Tratamento Químico para rios contaminados (trabalhos 9, 12); Alternativas ao uso das Embalagens de poli(tereftalato de etileno) (trabalho 17); Problemas ambientais causados por um vazamento de petróleo no mar (artigo 23); Embalagens de poli(tereftalato de etileno); combustíveis derivados da cana-de-açúcar; vazamento de petróleo; gordura trans (artigos 27 e 29)
Físico-Química II; Físico-Química Básica I	Licenciatura em Química	Corrosão das tubulações petrolíferas da empresa Petrobrás (trabalho 11); Biodiesel (artigo 25)
Química Orgânica de Biomoléculas; Reatividade de Compostos Orgânicos; Química Orgânica I	Bacharelado e Licenciatura em Química; Química Ambiental	Carboidratos (trabalho 14 e artigo 28); Reações de eliminação e substituição nucleofílica (trabalhos 15, 18 e artigo 24); Hidrocarbonetos, haletos orgânicos, aromáticos e estereoquímica, nomenclatura, propriedades físico-químicas, reações de substituição e adição e mecanismo radiculares e iônicos (trabalho 19)
Segurança em Laboratório Químico	Bacharelado em Química, Química Industrial e Licenciatura em Química	Radioatividade (trabalho 16)
Oficina de Extensão	Licenciatura em Química	Agrotóxicos (artigo 20)
Metodologias Ativas de Ensino e Interdisciplinaridade	Curso de Formação Continuada	Reações de neutralização (artigo 21)
Química Inorgânica Fundamental	Licenciatura em Química	Vários relacionados com a Química Inorgânica fundamental (artigo 26)

Fonte: Os autores, 2020.

pelo método de EC, na sua grande maioria, baseiam-se na vivência do estudante, na sua realidade e no fato de serem futuros profissionais que utilizarão desses conhecimentos e ou habilidades. Dessa forma, as temáticas apresentadas não se limitam à memorização de conceitos ou de fatos que não possuem relação alguma com o cotidiano ou mesmo com tópicos socialmente significativos para o futuro profissional dos educandos.

Assim sendo, os EC podem propiciar a propagação do método que demonstra potencial para romper com a fragmentação do ensino, por intermédio de uma enorme gama de conteúdos e contextos da vivência dos alunos que os levam a ser protagonistas na construção do conhecimento e a serem críticos e reflexivos em relação à questões relacionadas ao mundo que os cerca.

Coleta de dados e referencial teórico para análise da qualidade dos argumentos

Bogdan e Biklen (1991) ressaltam que, em investigações qualitativas, a fonte direta de dados é o ambiente natural e o investigador é o instrumento principal. Dessa forma, os dados recolhidos sempre são complementados pelas informações obtidas do contato direto, que justificam a importância de os investigadores qualitativos frequentarem o local de estudo.

As ferramentas utilizadas pelos autores para coleta de dados foram diversas, principalmente nas aulas conduzidas presencialmente. As mais comuns são questionários, relatórios, diários de bordo, gravações das interações dos alunos e análise de discussões realizadas por meio de plataformas virtuais.

No Quadro 3, estão apresentadas as principais ferramentas utilizadas nos trabalhos do ENEQ e ENPEC, assim como nos artigos da QN e QNEsc, identificados no período analisado, para coleta de dados.

Para o relatório final, indicado no trabalho 13, os autores utilizaram o quadro analítico proposto por Clark e Sampson (2008) para avaliar a qualidade dos argumentos presentes nas propostas de resolução dos alunos. Os autores destacaram a necessidade de utilizar instrumentos metodológicos próprios da análise de discurso para a argumentação, já que ela é uma prática discursiva.

Nesse âmbito, Clark e Sampson (2008) descrevem oito categorias que permitem avaliar de que maneira os alunos conseguem expor e defender seus argumentos frente à situação-problema proposta, bem como avaliar como o argumento foi construído: (i) enunciação de um argumento; (ii) contra-argumento; (iii) refutação dos contra-argumentos; (iv) mudança de argumentos; (v) respaldo de um argumento; (vi) esclarecimento em resposta a uma refutação; (vii) consulta sobre o significado; e (viii) organização da participação.

Essas classes estão presentes no quadro analítico proposto por esses autores e apresentam um movimento discursivo que deve ser analisado com base nessas categorias. Além disso, esse quadro analítico é capaz de avaliar as relações dos argumentos produzidos pelos alunos que estabelecem com o objeto de estudo e a qualidade conceitual presente neles (Clark e Sampson, 2008). O aporte teórico de Clark

e Sampson (2008) foi utilizado nos trabalhos 8, 9 e 12 e no artigo 22 para o mesmo objetivo.

Nas atividades conduzidas em plataformas virtuais, observamos uma coleta de dados voltada à análise das discussões publicadas pelos estudantes em fórum específico. No trabalho 8, as mensagens foram classificadas quanto ao movimento discursivo e à qualidade dos fundamentos. As mensagens de cunho argumentativo foram classificadas quanto à qualidade conceitual. Os autores utilizaram a “Classificação dos movimentos discursivos”, feita de acordo com quadro analítico de Clark e Sampson (2008), e o modelo de estrutura de argumento de Toulmin (2006). As contribuições de Toulmin (2006) serviram de fundamentação teórica para análise da qualidade da argumentação também no trabalho 1 e artigos 22 e 23. No trabalho 17 e artigos 27 e 29, os autores realizaram a análise da dimensão das habilidades de comunicação com as proposições de Soller *et al.* (1998).

Os trabalhos 1, 3, 12, 14, 18 e 20 e artigo 28 descreveram o uso de gravações de áudio e/ou vídeo das apresentações feitas pelos estudantes como principal ferramenta para coleta de dados da pesquisa. Os trabalhos 2 e 15 relataram que, além das gravações, fizeram a transcrição de todo material para análise do conteúdo discursivo. Nos trabalhos 15 e 18 e no artigo 24, os autores citam o uso da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2002), aperfeiçoada pelos trabalhos de Tourinho e Silva (2008) e Tourinho e Silva e Mortimer (2011). “Esta ferramenta descreve e caracteriza as estratégias enunciativas em uma aula de Ciências em diferentes categorias, envolvendo desde os discursos dos participantes até operações epistêmicas que permitem analisar a apropriação conceitual dos estudantes” (Silva e Francisco Júnior, 2016, p. 3).

Propostas pedagógicas

Neste artigo, também foram avaliadas as sequências didáticas empregadas pelos pesquisadores dos vinte trabalhos e nove artigos analisados. Segundo Bogdan e Biklen (1991), a investigação qualitativa é descritiva, logo conhecer as diferentes etapas apresentadas nos trabalhos favorece o enriquecimento da análise realizada. Os dados produzidos pelos pesquisadores incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais etc.

Segundo Bogdan e Biklen (1991), a investigação qualitativa é descritiva, logo conhecer as diferentes etapas apresentadas nos trabalhos favorece o enriquecimento da análise realizada.

Quadro 3: Ferramentas para coleta de dados.

Método para coleta de dados	Ocorrência	Trabalhos/Artigos
Relatório	9	3, 10 11, 13, 21, 24, 25, 26, 28
Postagens em ambientes virtuais	9	5, 8, 9, 12, 17, 22, 23, 27, 29
Gravações de áudio e/ou vídeo	7	2, 4, 13, 15, 18, 20, 28
Diário de bordo	7	1, 6, 13, 14, 16, 19, 28
Questionário	7	2, 11, 14, 16, 20, 25, 28

Fonte: Os autores, 2020.

Nesses casos, os pesquisadores interessaram-se mais pelo processo que simplesmente pelos resultados ou produtos. Apesar das diferentes sequências didáticas e formas de registro e esquematização dos dados, todas essas pesquisas têm algo em comum: correspondem à definição de investigação qualitativa e incidem sobre diversos aspectos da vida educativa. Entre os 29 trabalhos e artigos publicados desde 2010, nove apresentaram a metodologia aplicada de forma não presencial, por meio de plataformas virtuais próprias das instituições de ensino. A investigação do artigo 21 foi composta por uma parte presencial, e uma parte online, desenvolvida na plataforma Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*).

A preferência por realizar a aplicação dos EC no formato a distância é apresentada nos trabalhos 5, 8, 9, 12 e 17 e artigos 22, 23, 27 e 29 (Quadro 1). Os trabalhos relataram o uso da plataforma *eduqui.info* e tiveram suas pesquisas conduzidas no estado de São Paulo. Segundo Souza e Queiroz (2016), o objetivo do uso dessa ferramenta seria analisar os movimentos discursivos ocorridos no fórum virtual e analisar o quanto eles estariam contribuindo com o aumento da produção de argumentos, em termos de quantidade, qualidade dos fundamentos e qualidade conceitual deles. Além disso, teriam como intuito investigar as interações entre graduandos em Química durante a resolução de casos investigativos de caráter sociocientífico. Os autores também relataram a importância desse tipo de trabalho como forma de valorizar a realidade local durante as discussões em grupo, estabelecendo relações entre contextos científicos e sociais, assim como de incentivar os futuros professores na realização de trabalhos dessa natureza na educação básica.

Como sequência didática, foi proposta a separação dos estudantes em grupos para a realização das atividades, nas quais, ao longo de um determinado período, os estudantes deveriam realizar a leitura e propor soluções para o caso apresentado por intermédio de fóruns da plataforma *eduqui.info*. Em todos os casos, foi avaliada a qualidade da argumentação presente nas produções textuais desenvolvidas.

Pesquisas contemporâneas demonstram que os estudantes realizam mais progressos na construção do conhecimento na medida em que argumentam em torno de um assunto colaborativamente (Munneke *et al.*, 2007). Conforme os pesquisadores, a argumentação colaborativa possibilita que os aprendizes discutam seus conhecimentos incompletos ou conflitantes e utilizem o outro como fonte de informação e avaliação.

Dito isso e ponderando que em salas de aula de Química esporadicamente os estudantes são instigados a tomar posições e a desenvolver argumentos para justificar suas atitudes em contextos de resolução de problemas, de acordo com os investigadores, o trabalho 6 teve como finalidade avaliar debates colaborativos travados no Fórum do ambiente virtual de ensino e aprendizagem *eduqui.info*, tendo em vista a

resolução de problemas autênticos, apresentados a alunos de graduação em Química no formato de casos investigativos (Sá e Queiroz, 2010).

Além da classificação das interações associadas à abordagem argumentativa, os pesquisadores averiguaram, da mesma forma, o aprofundamento e a extensão da argumentação. Para essa finalidade, utilizaram o Quadro Analítico Rainbow, proposto por Baker *et al.* (2007). A pesquisa foi desenvolvida em disciplina de Comunicação Científica oferecida no segundo semestre de duas turmas de um curso de Bacharelado em Química de uma universidade pública brasileira. A disciplina almeja o desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita dos universitários. Nessa disciplina, uma das turmas, composta por 23 estudantes, foi dividida em três grupos: um de dez componentes, outro com sete e o último com seis. Cada grupo foi convidado a resolver um dos seguintes casos investigativos de caráter

Conforme os pesquisadores, a argumentação colaborativa possibilita que os aprendizes discutam seus conhecimentos incompletos ou conflitantes e utilizem o outro como fonte de informação e avaliação.

sociocientífico, disponibilizados no *eduqui.info*: *Dê a Cipreste algo que preste*; *Arquivo X*; *O silêncio das abelhas*. O primeiro deles foi analisado no trabalho 5 e no artigo 22. O exame da atividade, de acordo com os autores, indicou a sua grande potencialidade no fomento da argumentação colaborativa, já

que predominaram as mensagens de caráter argumentativo em todos os grupos, sem que se constatasse a existência de mensagens relacionadas a ações totalmente desvinculadas da tarefa solicitada pelo docente em nenhum deles.

Já nos trabalhos e artigos, cujas atividades foram realizadas de forma presencial, notamos uma grande variedade de propostas para a realização da sequência didática. A predominante, presente nos trabalhos 1, 2, 4, 7, 11, 13, 14 e 16 e artigos 21 e 28, ilustra a proposta de Herreid (1998), com a apresentação do tema e dos casos pelo professor da turma, seguido da resolução por pequenos grupos, apresentação das resoluções para a turma em seminário final e eventual entrega de um relatório para o professor.

O trabalho 1 teve como intuito relacionar os EC e a Teoria da Argumentação de Toulmin (2006), tendo em vista a compreensão do processo de argumentação em ambientes educacionais e os procedimentos para solucionar situações-problema. Assim sendo, os autores procuraram aferir as contribuições do método de EC para o processo de aquisição do conhecimento científico, não só com o objetivo de desenvolver e propagar novas concepções de ensino que guiem e qualifiquem o trabalho docente, mas também como forma de incrementar o desenvolvimento da capacidade de argumentação dos alunos.

Para esses pesquisadores, é de extrema importância que os discentes e os docentes entendam a argumentação como um processo racional, no qual o conhecimento produzido possa ser significativo, além de ser embasado por dados e evidências. Os autores observaram que com o EC apresentado, tendo como base fundamentos da Disciplina de

Química Geral, os universitários, separados em dois grupos, avaliaram o problema apresentado, realizaram discussões, argumentaram, refletiram sem a ajuda dos investigadores, mas consultando diversas fontes até chegarem às suas próprias conclusões. Pela análise dos investigadores, a estrutura dos argumentos construídos possibilitou a verificação de que os dois grupos empregaram vários dados, além de buscarem justificativas aceitáveis, nas quais puderam corroborar suas conclusões. Na maioria das vezes, buscaram, da mesma forma, apoiar suas justificativas em conhecimentos básicos (*backings*), estruturando mais satisfatoriamente suas justificativas. Para os pesquisadores, foi possível identificar os componentes que constituem um argumento, segundo Toulmin (2006): dado, justificativa e conclusão, além de qualificadores, refutações e *backings*, durante a apresentação de cada grupo responsável pela resolução do caso.

Também identificamos a proposta de júri simulado, apresentado pelos trabalhos 6, 10, 15 e 18 e artigo 24, simulando um debate com grupos de posições diversas que deveriam promover o convencimento do júri mediante suas propostas de resolução. O trabalho 20 realizou uma “assembleia geral simulada”, em que os licenciandos foram divididos em três grupos, dois grupos eram os especialistas, que elaborariam os pareceres e o outro representava os agricultores, que deveriam tomar a decisão final depois dos pareceres técnicos. Os grupos dos especialistas receberam diferentes fontes de informação sobre a lei dos agrotóxicos para poderem produzir os pareceres técnicos. Um dos grupos recebeu as fontes de informação a favor da lei, e o outro, contra. A partir daí, foi realizado um debate entre os grupos, que defenderam suas ideias, para que o grupo que representava os agricultores tomasse a decisão final.

Por fim, o trabalho 16 e o artigo 26 elaboraram casos com base nos conteúdos trabalhados nas respectivas disciplinas. O trabalho 16 apresentou uma proposta de elaboração de casos pelos próprios alunos, iniciada por um debate com a temática CTS. O intuito foi motivar alunos da Licenciatura e, portanto, futuros professores, na elaboração de casos e uso da referida metodologia na educação básica. Nesse trabalho, também foi avaliada a relevância de cada um dos casos desenvolvidos pela turma para promover uma reflexão crítica quanto ao ensino CTS.

Para Santos (2007, p.10), “inserir a abordagem de temas CTS no Ensino de Química com uma perspectiva crítica significa ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais”. Assim sendo, descobrir a associação dos conteúdos científicos com temas CTS de importância social e propiciar momentos em sala de aula com o intuito de discutir tópicos

sociocientíficos são atividades essenciais, tendo em vista o desenvolvimento de uma educação crítica, questionadora do padrão de desenvolvimento científico e tecnológico.

Formas de contribuições dos Estudos de Caso

O trabalho 1 aponta que a vivência dos EC desenvolveu o pensamento crítico dos estudantes. Os autores do trabalho relataram que a metodologia se apresentou como uma estratégia de ensino promotora de discussões com enfoque CTS. Já o trabalho 19 buscou em suas ações pedagógicas o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes na atividade de caso investigativo proposta em uma perspectiva CTSA.

Na pesquisa realizada no trabalho 3, ao desenvolver a investigação com a temática dos métodos eletrolíticos, os pesquisadores perceberam que os estudantes atingiram os objetivos esperados para o aprendizado do conteúdo e de questões pertinentes aos valores pessoais necessários para a resolução. Ademais, foi possível evidenciar o aprendizado dos estudantes, visto que eles conseguiram explicar o processo de tratamento da água proposto no desafio dos EC.

No trabalho 11, os autores afirmaram que a resolução do caso incentivou os estudantes a serem ativos no processo de aprendizagem e que os debates permitiram a reorganização dos conceitos aplicados a áreas transversais. Além disso, asseveraram que os debates da turma foram bastante ricos, tendo em vista que os alunos buscaram complementar, ou contestar as respostas dos colegas, mostrando uma dinâmica interessante de trabalho.

Entendemos que práticas pedagógicas problematizadoras e investigativas, como o método de EC, são capazes de estimular os estudantes, mediados pelos problemas a serem solucionados, a mostrarem-se como protagonistas ativos na construção da aprendizagem. Nesse tipo de metodologia, os educandos não se constituíram como simples observadores da aula do docente. Além disso, nessa perspectiva de ensino, os alunos são capazes de

estimular habilidades, tais como: capacidade de manipular variáveis, de questionar evidências, de investigar situações controversas, de organizar dados e de comunicar métodos de forma coerente, pensamento crítico, raciocínio, flexibilidade, argumentação, solução de problemas e síntese, assim como autonomia.

O trabalho 13 relatou que os componentes do grupo utilizaram o referencial pesquisado para enriquecer a defesa de suas ideias. Conforme análise de Clark e Sampson (2008), utilizada pelos autores, não houve elementos desconexos com a tarefa, os estudantes fizeram bom uso dos Diários de Bordo, expressaram bem suas ideias oralmente e utilizaram fontes confiáveis de pesquisa. Além disso, os autores

Pela análise dos investigadores, a estrutura dos argumentos construídos possibilitou a verificação de que os dois grupos empregaram vários dados, além de buscarem justificativas aceitáveis, nas quais puderam corroborar suas conclusões. Na maioria das vezes, buscaram, da mesma forma, apoiar suas justificativas em conhecimentos básicos (*backings*), estruturando mais satisfatoriamente suas justificativas.

relataram que os EC teriam sido importantes para a prática de habilidades argumentativas, visto que a qualidade dos fundamentos apresentados pelos estudantes estava abaixo do esperado.

As investigadoras do trabalho 14 relataram que os estudantes avaliaram a metodologia de forma positiva e consideraram que eles desenvolveram habilidades como trabalho em grupo, comunicação oral, capacidade argumentativa, criatividade e criticidade frente a problemas da vida real. Essas mesmas habilidades foram descritas no trabalho 2, acrescidas do relato dos alunos de ampliação da compreensão de conceitos químicos. Como lição aprendida com os trabalhos 2, 13 e 14, os autores descreveram a necessidade de dar um maior direcionamento para os alunos, a fim de que seu desenvolvimento ocorra de forma mais enriquecedora.

As atividades pedagógicas, utilizando o método de EC, propostas nos trabalhos 22, 23, 26, 27 e 29, foram capazes de proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de habilidades como a comunicação científica e o trabalho em grupo. Um dos objetivos dessas propostas investigativas, era aprimorar a capacidade de escrita, leitura e comunicação oral dos estudantes no que se refere aos aspectos gerais da linguagem científica, o que respalda o desenvolvimento de atividades de escrita em grupo. Outra habilidade destacada no artigo 29 é a condução da conversação, em termos da execução e manutenção da tarefa, como também de motivação durante a realização da mesma, seja a partir da formulação de elogios em termos do trabalho executado pelo parceiro, seja a partir da argumentação frente às discordâncias que emergiram.

Os pesquisadores do trabalho 15 afirmaram que os debates possibilitaram uma análise reflexiva das situações-problema, permitindo que os estudantes criassem estratégias de argumentação para os debates. Dessa maneira, em um cenário educacional, suscitar oportunidades de argumentação em sala de aula é proporcionar ao estudante a oportunidade de reflexão sobre fundamentos e a capacidade de construir seu próprio conhecimento (Leitão, 2011).

Nas pesquisas desenvolvidas em plataformas virtuais, destacamos o trabalho 9 que descreveu a ocorrência de muitas mensagens publicadas pelos estudantes, e relatou a inexistência de mensagens classificadas como “fora da tarefa”, conforme definido pelo professor. Todos os grupos inseriram argumentos nas discussões com qualidade conceitual (muitas vezes acima do esperado), mostrando que a atividade favoreceu a produção de argumentos científicos coerentes. Em outro artigo, os mesmos autores relataram que a produção de argumentos aumentou na etapa final com relação à inicial e destacaram a não ocorrência de textos não-normativos, ou seja, de qualidade conceitual zero.

Os resultados do trabalho 9 convergem para outras pesquisas que afirmam que a metodologia de EC é empregada objetivando desenvolver a habilidade de tomada de decisões,

favorecendo a prática da argumentação e do trabalho em equipe (Sá, Francisco e Queiroz, 2007; Sá e Queiroz, 2010). Desse modo, a estratégia de ensino envolvendo o trabalho 10 com os EC se mostrou eficaz, conferindo autonomia aos estudantes na resolução de situações-problema e dando-lhes oportunidade para direcionar a própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência presente em situações relativamente complexas.

Tais relatos apontam que os objetivos almejados por cada um dos trabalhos foram atingidos total ou parcialmente, evidenciando as vantagens da aplicação da metodologia de EC para enfoques diversos, sejam eles no desenvolvimento de habilidades e/ou de conteúdos específicos de Química.

Dificuldades atreladas ao emprego da metodologia

Foram relatadas algumas dificuldades na implementação da metodologia vinculadas à má compreensão da proposta, ao perfil dos casos apresentados e ao perfil dos estudantes das atividades.

O trabalho 3 mencionou a preocupação dos estudantes com a linguagem escrita e não com a resolução do próprio caso, caracterizando uma fuga do escopo da

educação científica humanística. Além disso, os autores também destacaram que nem todos os estudantes desenvolveram conhecimentos corretos durante a atividade intelectual. No trabalho 11, os autores expuseram que, apesar da proposta diferenciada, os alunos seguiram com resistência na escrita das reações químicas envolvidas nos processos estudados.

A dificuldade dos estudantes em expressar suas opiniões foi apontada no trabalho 13, já que ao avaliarem a argumentação em sua pesquisa, notaram que apenas sete estudantes conseguiram atingir os níveis mais elevados de argumentos. Alguns alunos chegaram a apresentar o nível zero, ou seja, nenhum fundamento na argumentação.

Na pesquisa 14, os autores relataram que apenas um estudante respondeu afirmativamente que a metodologia contribuiu para seu conhecimento. Os demais apresentaram ressalvas. Como lição aprendida com as pesquisas, descreveram a necessidade de dar um maior direcionamento para os alunos, a fim de que o trabalho ocorra de forma mais enriquecedora.

No trabalho 12, os pesquisadores tiveram como objetivo investigar um EC de caráter sociocientífico, baseado em interações colaborativas realizadas a partir da resolução de problemas autênticos, apresentados a graduandos de Química no formato de casos investigativos no ambiente virtual de ensino-aprendizagem chamado *eduqui.info*. Dessa maneira, os investigadores buscaram analisar, por intermédio das classificações dos dados e averiguações dos debates ocorridos no Fórum do *eduqui.info*, como tais atividades beneficiaram a produção de argumentos e qual a qualidade dos fundamentos e a qualidade conceitual dos mesmos. Assim sendo, chegaram à conclusão de que é preciso sustentar a qualidade conceitual alcançada com a atividade, ao mesmo tempo em que a

Como lição aprendida com as pesquisas, descreveram a necessidade de dar um maior direcionamento para os alunos, a fim de que o trabalho ocorra de forma mais enriquecedora.

qualidade argumentativa deve ser aperfeiçoada almejando o alcance de argumentos com uma melhor estruturação e que se apresentem de forma mais consistente e diversificada.

O trabalho 5 descreveu que nenhum grupo abordou as sete extensões argumentativas propostas em trabalhos anteriores (Sá e Queiroz, 2010). No trabalho 9, os investigadores relataram que alguns estudantes mantiveram poucas extensões de argumentos e, por vezes, alguns repetiam argumentos da mesma natureza ao longo do trabalho. O trabalho 8 apontou a falta de preocupação dos estudantes quanto à estrutura dos argumentos e quanto à busca por diversas fontes de evidências. Segundo os autores, esses resultados indicariam a necessidade de conduzir os estudantes a trabalhar mais intensamente a diversificação da argumentação, bem como melhorar a qualidade de fundamento deles. O trabalho 16 descreveu que a turma que indicou o menor percentual de contribuição dos EC para o estudo da radioatividade foi a que teve o maior número de alunos com conhecimento prévio elevado ou mediano sobre o assunto.

Identificamos um pequeno enfoque sobre as dificuldades de implementação dos EC nos artigos analisados. No artigo 28, os autores descreveram algumas dificuldades enfrentadas para a resolução dos casos propostos na pesquisa, como a elaboração de hipóteses, organização da pesquisa, trabalho em grupo e a defesa de opinião. Essas dificuldades foram associadas à falta de experiência com atividades investigativas durante o processo de formação inicial dos sujeitos da pesquisa.

Conclusão

Frente ao conjunto de trabalhos e artigos analisados, salientamos que a grande maioria das pesquisas foi realizada nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química e se desenvolveram, majoritariamente, em disciplinas relacionadas com a Comunicação Científica. Além disso, mais da metade das pesquisas foi realizada em instituições de ensino superior da região Sudeste. A autora com maior número de publicações dentro do tema foi Salete Linhares Queiroz com nove, e em seguida, Nilcimar dos Santos Souza com sete.

As pesquisas ponderadas nesta investigação apresentaram natureza qualitativa e mostraram resultados satisfatórios com a implementação dos EC, tanto nas que tiveram como foco a aprendizagem de conteúdos e o aumento da capacidade argumentativa, quanto as que tiveram foco no ensino com perspectiva CTS e CTSA, em aprendizagem humanística e em desenvolvimento de habilidades importantes para os futuros profissionais da Química. Entretanto, é importante ressaltar que os pesquisadores também apontaram algumas dificuldades na aplicação da metodologia, relacionadas, principalmente, com a falta de compreensão da proposta, do conteúdo estudado, com os diferentes perfis dos estudantes e a falta de experiência com atividades investigativas durante o processo de formação inicial dos sujeitos das pesquisas.

Os EC podem ser considerados como uma metodologia versátil, pois foram utilizados em aulas presenciais e com o uso de ambientes virtuais de aprendizagem. Nas duas

modalidades, foram destacados como atividades que têm grande potencial na promoção da argumentação e que os diferentes níveis de aprofundamento e extensão estão relacionados com os diferentes perfis de alunos. Os pressupostos teóricos de Toulmin (2006) e Clark e Sampson (2008) foram os mais citados para análise da qualidade da argumentação. As pesquisas também enaltecem a importância dos EC para promover habilidades de comunicação complementares àquelas tradicionalmente vinculadas ao ambiente acadêmico.

De uma maneira geral, os trabalhos e artigos versaram acerca dos EC relacionados à argumentação, tendo em vista a contribuição desses dois elementos para o Ensino de Química, os EC na promoção da argumentação colaborativa, a análise de textos argumentativos a partir de EC, a análise de interações colaborativas, os EC e desenvolvimento da argumentação. Da mesma forma, pelos dados obtidos, percebemos que, na maioria dos trabalhos analisados, os EC foram bastante relevantes na construção do conhecimento, assim como a argumentação teve papel primordial na resolução das situações-problema propostas, já que os graduandos puderam argumentar, refutar argumentos até chegarem a um consenso.

Nesse contexto, o que pudemos observar pelos resultados obtidos pelos pesquisadores é que os cursos de Ensino Superior de Química precisam possibilitar um processo de ensino e aprendizagem no qual os alunos, por intermédio de vivências formativas dinâmicas e investigativas, sejam motivados na busca pela construção do conhecimento de forma crítica, reflexiva e autônoma. Dessa maneira, os EC e a argumentação, associados, podem trazer diversos benefícios aos educandos. Portanto, acreditamos que a área de Ensino de Química pode investir na realização e divulgação de mais pesquisas sobre os EC e suas contribuições para o desenvolvimento da argumentação, visto que vinte trabalhos e nove artigos é um número pequeno num universo de dez edições de eventos de tamanho prestígio e nos últimos dez anos de publicações de dois periódicos que são bases de dados importantes em contexto nacional.

Agatha Lottermann Selbach (agatha.selbach@hotmail.com), licencianda em Química na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS - BR. **Daniele Prestes Daniel** (daniele.prestes@ufrgs.br), mestranda no Programa de Pós-Graduação em Química na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS - BR. **Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro** (professordanielufrgs@hotmail.com), doutor em Educação e Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor da Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS - BR. **Camila Greff Passos** (camila.passos@ufrgs.br), doutora em Educação Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora do Instituto de Química (Departamento de Química Inorgânica) da UFRGS. Porto Alegre, RS - BR.

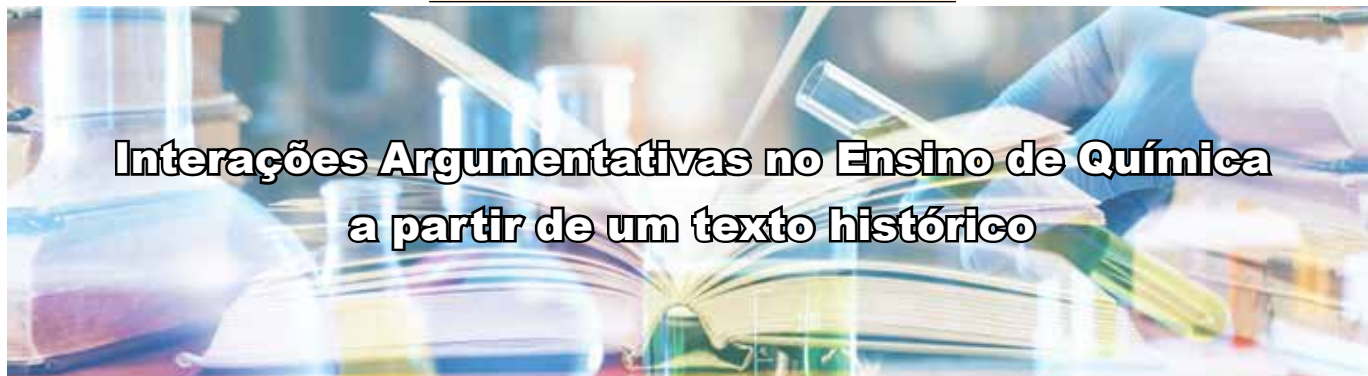
Referências

ALBA, J.; SALGADO, T. D. M. e DEL PINO, J. C. Estudo de Caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 6, n. 2, p. 76 - 96, 2013.

- ALTARUGIO, M. H., DINIZ, M. L. e LOCATELLI, S. W. O debate como estratégia em aulas de química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 26-30, 2010.
- BAKER, M.; ANDRIESEN, J.; LUND, K; AMELSVOORT, M. e QUIGNARD, M. Rainbow: a framework for analyzing computer-mediated pedagogical debates. *Computer-Supported Collaborative Learning*, v. 2, n. 2, p. 315-357, 2007.
- BIANCHINI, T.B. *O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio*. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Faculdade em Ciências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2011.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S. *Qualitative Research for Education*. 1991.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Parecer CNE/CES nº 1.303/01*, de 7 de dezembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química.
- CLARK, D. e SAMPSON, V. Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 45, n. 3, p. 293-321, 2008.
- HERREID, C. F. What Makes a Good Case?. *Journal of College Science Teaching*. v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.
- HOLME, T. Can Today's chemistry curriculum actually produce tomorrow's adaptable chemist? *Journal of Chemical Education*, 96, p. 611-612, 2019.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Determinism and Underdetermination in Genetics: Implications for Students' Engagement in Argumentation and Epistemic Practices. *Science & Education*, v. 23, n. 2, p. 465-484, 2014.
- LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In: LEITÃO, S. e DAMIANOVIC, M. C (Orgs.). *Argumentação na escola: o conhecimento em construção*. Campinas: Pontes, 2011. p. 13-46.
- MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.7, n. 3, p. 283-306, 2002.
- MUNNEKE, L.; ANDRIESEN, J.; KANSELAAR, G. e KIRSCNER, P. Supporting interactive argumentation: influence of representational tools on discussing a wicked problem. *Computers in Human Behavior*, v. 23, n. 3, p. 1072-1088, 2007.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, número especial, 1-12, 2007.
- SANTOS, W. L. P. Debate on global warming as a socio-scientific issue: science teaching towards political literacy. *Cultural Studies of Science Education*, v. 9, n. 3, p. 663-674, 2014.
- SÁ, L. P. e QUEIROZ, S. L. *Estudo de casos no ensino de química*. São Paulo: Editora Átomo, 2010.
- SÁ, L.P; FRANCISCO, C.A e QUEIROZ, S. L. Estudos de Caso em Química. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.
- SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A. e MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. *Transinformação*, v. 28, n. 1, p. 15-32, 2016.
- SILVA, L. G. e FRANCISCO JÚNIOR, W. Identificação e caracterização de estratégias enunciativas entre estudantes de química em nível superior. *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Florianópolis, 2016.
- SILVA, L. G. e FRANCISCO JÚNIOR, W. Análise de interações discursivas e ações verbais entre estudantes do nível superior de Química: um diálogo sobre a argumentação e a aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 2, p. 157-165, 2020.
- SOLLER, A.; GOODMAN, B.; LINTON, F. e GAIMARI, R. Promoting effective peer interaction in an intelligent collaborative learning environment. In: *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, 1998, San Antonio. ITS '98 Proceedings of the 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Berlin: Springer-Verlag, 1998. p. 186-195.
- SOUZA, N. S.; CABRAL, P. e QUEIROZ, S. Argumentação de graduados em Química sobre questões sociocientíficas em um ambiente virtual de aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v.37, n. especial 1, p. 95-109, 2015.
- SOUZA, N. S. e QUEIROZ, S. Estudo de caso na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química. *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)*. Águas de Lindóia, 2013.
- SOUZA, N.S. e QUEIROZ, S. L. Análise de interações colaborativas em ambiente virtual de aprendizagem: Foco na argumentação de graduandos em química. *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Florianópolis, 2016.
- TOULMIN, S. E. *Os usos do argumento*. São Paulo, Martins Fontes, 2006.
- TOURINHO e SILVA, A. C. T. *Estratégias enunciativas em sala de aula de química: Contrastando professores de estilos diferentes*. 2008. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas, Belo Horizonte, 2008.
- TOURINHO e SILVA, A. C.T. e MORTIMER, E.F. As estratégias enunciativas de uma professora de química e o engajamento produtivo dos alunos em atividades investigativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.11, n. 2, p. 117-138, 2011.
- VELLOSO, A.M.S.; SÁ, L. P.; MOTHEO, A. J. e QUEIROZ, S. L. Argumentos elaborados sobre o tema "corrosão" por estudantes de um curso superior de Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 2, p. 593 – 616, 2009.

Abstract: *The Case Studies method in promoting argumentation in Higher Chemistry Education: a bibliographic review.* This article aims to map the studies related to the Case Studies (CS) methodology applied in promoting argumentation in Higher Chemistry Education. For this purpose, we carried out a bibliographic survey in the annals of the National Research Meeting in Science Education (2011-2019) and from the National Chemistry Teaching Meeting (2010-2018), as well as in the database of the periodicals *Química Nova* e *Química Nova na Escola* (2010-2020). With the qualitative analysis undertaken, we identified twenty papers and nine articles on the use of the methodology with students from the Chemistry license and Bachelor courses mostly. The pedagogical proposals used include face-to-face activities and the use of digital platforms. The theoretical contributions proposed by Toulmin (2006) and Clark and Sampson (2008) were the most cited for analyzing the quality of the argument. The results point the effectiveness of the CS method in terms of learning content and developing skills such as argumentative ability, teamwork and autonomy in the search for knowledge.

Keywords: case studies, argumentation, higher education in chemistry



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

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.

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, 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 justificação 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] iriam 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 PERRETLERMONT, 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 Salete 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 Salete 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, Salete 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.

Dialogismo e apropriação de aspectos enunciativos por meio da produção de contos na formação de Professoras de Química

Tatiana Santos Andrade e Erivanildo Lopes da Silva

Pesquisas têm apontado um declínio na prática de leitura dos brasileiros nos últimos anos, o que corrobora com o aumento das dificuldades de compreensão dos textos lidos e, conseqüentemente, com a prática da escrita e capacidade de argumentação. É necessário promover atividades na formação de professores de ciências/química, que permeiem o campo da linguagem. Nesse sentido, objetivamos investigar a apropriação de elementos constituintes dos processos enunciativos de licenciandas em química, por meio da escrita e reescrita de contos. Para isso, utilizamos a compreensão da linguagem bakhtiniana buscando perceber aspectos próprios da argumentação por meio dos enunciados ao longo do processo, entendendo que enunciar é argumentar. A escrita e reescrita de contos contribui para a apropriação de aspectos enunciativos inerentes à argumentatividade, o que torna esta prática um mecanismo necessário à constituição docente, validando a apropriação do discurso escolar e a promoção da autoria.

► processos enunciativos, formação de professores, contos ◀

Recebido em 19/08/2020, aceito em 15/12/2020

62

Refletir sobre aspectos que envolvem a compreensão e posterior aprendizagem dos conceitos científicos tem sido objeto de estudos de diversas pesquisas no campo do Ensino de Ciências. Dentre os vários fatores que podem ser considerados como elemento dificultador do entendimento de conceitos científicos, percebe-se que alcançar o ensino médio sem ter adquirido as habilidades e competências mínimas à compreensão leitora é um dos grandes fatores que interferem diretamente na dificuldade de aprendizagem dos estudantes (Andrade, 2019).

De acordo com pesquisas realizadas pelo Retratos da Leitura no Brasil, em 2019, publicada pela Agência Brasil, em setembro de 2020, o Brasil perdeu nos últimos cinco anos mais de 4,6 milhões de leitores. O estudo mostra que, dentre os entrevistados, 4% não sabem ler, 19% leem muito devagar, 13% não têm concentração suficiente para ler e 9% não compreendem a maior parte do que leem. As dificuldades

elencadas na pesquisa podem ser percebidas também no âmbito da educação superior.

[...] o desenvolvimento de pesquisas que aproximem os licenciandos a atividades do campo da linguagem que envolvam práticas de leitura e escrita, elementos que contribuem significativamente com os processos argumentativos, são extremamente relevantes para que possamos colaborar com a minimização dos problemas apontados pelos estudos citados anteriormente.

Teixeira Júnior e Silva (2007) apontam que os licenciandos em Química, que ingressam no ensino superior, apresentam: (i) baixa compreensão de leitura; (ii) pouca valorização da atividade de leitura no ensino de Ciências; (iii) obstáculos de domínio de tarefas metacognitivas relacionadas à leitura; (iv) desmotivação; e (v) dificuldades sentidas quando leem textos científico.

Desse modo, o desenvolvimento de pesquisas que aproximem os licenciandos a atividades do campo da linguagem que envolvam práticas de leitura e escrita, elementos que contribuem significativamente com os processos argumentativos, são extremamente relevantes para que possamos colaborar com a minimização dos problemas apontados pelos estudos citados anteriormente. No que se refere à formação de professores de Ciências, mais especificamente de professores de Química, a inserção de

tais práticas passa a ser também um desafio e um modo de subverter a concepção hegemônica de que ensinar Química envolve apenas a utilização de fórmulas e equações matemáticas, demonstrando que é papel dos cursos de formação de professores contribuir de algum modo para minimizar ou, até mesmo, sanar as dificuldades que os licenciandos trazem de níveis de ensino anteriores, no que se refere a essa questão.

Nesse sentido, iniciamos nossa reflexão buscando mecanismos de análise de interações discursivas no campo da educação, mais especificamente das interações que ocorrem na apropriação de conhecimentos científicos por meio da linguagem no contexto da Ciência da Natureza, no presente estudo da área de Química, defendendo que enunciar é argumentar; para que possamos de algum modo contribuir com a compreensão de como se constrói o conhecimento nesses espaços, por meio de atividades que englobam elementos constituintes da linguagem, como a leitura e a escrita. O conhecimento aqui é entendido de uma forma ampla, incluindo qualquer tipo de sentido, prévio ou correntemente construídos por indivíduos sócio historicamente situados, ao interpretar e dar forma a realidade circundante (Jäger, 2001). Compreendemos a relação deste com a argumentação. Sobretudo, a partir, da ideia de que é “a expressão que organiza a atividade mental, que a modela e determina sua orientação” (Bakhtin e Volochinov, 1981, p.112).

Iniciamos apontando aspectos da compreensão linguística acerca das interações que ocorrem na apropriação de conhecimentos científicos de acordo com Bakhtin (2011). Antes de tudo, é importante salientar que o autor em seus estudos não utiliza em sua teoria enunciativa o termo argumentação, ou seja, este não aparece de modo explícito. Contudo, defendemos que estudos dos processos enunciativos descritos por Bakhtin, nas formas que compõem o enunciado, na nossa compreensão, constituem-se por vias argumentativas.

Apoiados em Pistori e Leite (2010), ressaltamos a necessidade de compreensão da argumentação de modo mais amplo ao que normalmente se postula, como a “intervenção sobre as ideias, opiniões, atitudes, sentimentos ou comportamentos de alguém ou de um grupo” (Grize, 1992, p. 5). Nesse sentido, concebemos que o processo argumentativo surge não apenas em situações em que há controvérsias explícitas, em que a regra é a assunção de posições opostas, mas no discurso, por meio dos elementos da língua, que os posicionamentos diante da realidade são construídos, enxergamos tais posicionamentos como atividades argumentativas que visam a um auditório social determinado. Por isso, trataremos aqui a argumentação como vias dialógicas que compõem o enunciado, já que para o estudo da constituição do conhecimento, é mais produtivo acompanharmos o

[...] concebemos que o processo argumentativo surge não apenas em situações em que há controvérsias explícitas, em que a regra é a assunção de posições opostas, mas no discurso, por meio dos elementos da língua, que os posicionamentos diante da realidade são construídos, enxergamos tais posicionamentos como atividades argumentativas que visam a um auditório social determinado.

processo discursivo que conduz a uma “tomada de posição”. Dito isso, passamos a apresentar a compreensão da linguagem adotada nesse trabalho na perspectiva bakhtiniana.

A linguagem se faz presente em todos os campos da atividade humana, englobando desde atividades mais simples e corriqueiras, ligadas ao conhecimento tácito, até as mais complexas, nos âmbitos profissionais, acadêmicos e intelectuais. Assim, a linguagem faz-se presente também nos processos de apropriação de conhecimentos, já que é a ferramenta primeira a ser utilizada nos ambientes educacionais. Como a linguagem é constituinte da cognição, compreender e refletir sobre tais processos passa a ser relevante quando se busca entender melhor sua influência na aprendizagem.

Bakhtin (2011) compreende a linguagem como forma de interação social, que tem como objetivo a comunicação entre falante/ouvinte, concebendo a linguagem como diálogo. Para o autor, toda palavra é dialógica por natureza porque pressupõe sempre o outro; a quem o locutor ajusta a sua fala, de quem antecipa reações e mobiliza estratégias. Porém, na concepção bakhtiniana, o outro é ainda carregado de outros discursos que foram também formados a partir de suas interações sociais e, por isso, difere-se do discurso daquele que fala.

Para Andrade (2014), as ações por meio da linguagem são sempre realizadas a partir de enunciados padronizados, ou seja, se você se encontra em um ambiente acadêmico, o enunciado que será utilizado para a comunicação é o padronizado para esse ambiente. Desse modo, também ocorre quando nos encontramos num ambiente informal, tendemos a nos comunicar com uma linguagem adequada a este ambiente. Nesse sentido, todas as esferas da sociedade se utilizam de um tipo de linguagem para que a comunicação seja efetivada (Bakhtin, 2011). Com isso, podemos afirmar que as Ciências da Natureza (mais especificamente a Química) possui um campo linguístico próprio e que precisa ser apropriado por aqueles que são apresentados a esses enunciados, para que possam efetivamente apreendê-los e serem capazes de utilizá-los em situações futuras.

Para Bakhtin (2011), a língua se efetua por meio de enunciados orais e escritos, que refletem os fins e as condições específicas de cada campo da atividade humana. Tais enunciados são caracterizados por três elementos: o conteúdo temático, o estilo e a construção composicional; e são definidos, também, por sua particularidade e individualidade. Como os atos sociais vivenciados pelos grupos são diversos, a produção de linguagem passa a ter também uma multiplicidade de formas. Com isso, cada campo de utilização da língua elabora seus “tipos relativamente estáveis de enunciados” (Bakhtin, p. 262, 2011), denominados pelo autor de ‘gêneros do discurso’.

Segundo Bakhtin (2011), há dois tipos diferentes de gêneros discursivos, os gêneros discursivos primários (simples) e os gêneros discursivos secundários (complexos). Estes são aqueles utilizados em romances, dramas, pesquisas científicas de toda espécie etc. Tais gêneros surgem nas condições de um convívio cultural mais complexo, muito desenvolvido e organizado, predominando na escrita. No processo de formação dos gêneros secundários, eles se reelaboram, aprimorando os gêneros primários, que são compostos pelos relatos do dia a dia, cartas, e diálogos informais, utilizados no cotidiano, que se formaram na condição discursiva imediata. Esses gêneros primários, que integram os secundários, se transformam e adquirem um caráter mais complexo.

Para Bakhtin (2011, p. 266):

[...] os estilos de linguagem ou funcionais não são outra coisa senão estilos de gêneros de determinadas esferas da atividade humana e da comunicação. Em cada campo existem e são empregados gêneros que correspondem às condições específicas de dado campo; é a esse gênero que correspondem determinados estilos [...] geram determinados gêneros, isto é, determinados tipos de enunciados.

A partir de tais definições, queremos enfatizar que a Ciência, aqui considerada como um campo da atividade humana, possui uma linguagem específica que pode ser também reconhecida como um gênero do discurso secundário, já que se trata de um enunciado mais complexo e que segue alguns padrões. Aprender Ciências implica, antes de tudo, aprender sua linguagem e, conseqüentemente, falar e pensar de forma diferente sobre o mundo. Portanto, trazer para a sala de aula elementos que compõem o discurso científico de modo contextual é um aspecto extremamente relevante, visto que, na maioria das vezes, as escolas apresentam aos estudantes os discursos científicos como algo pronto e acabado, sem possibilidade de ser questionado (Mortimer, 1998).

Sobre o questionamento dos discursos produzidos, Bakhtin (2011) considera o estudo da natureza dos enunciados e dos gêneros discursivos como fundamental para superar as concepções simplistas da vida, do discurso, da comunicação. Para o autor, a língua é a dedução da necessidade humana de auto expressar-se, de objetivar-se. Nesse sentido, para que um indivíduo possa compreender o significado do discurso, é preciso que ele ocupe simultaneamente em relação a ele uma:

[...] ativa posição responsiva: concorda ou discorda dele (total ou parcialmente), completa-o, aplica-o, prepara-se para usá-lo, etc.; essa posição responsiva do ouvinte se forma ao longo de todo o processo de audição e compreensão desde o seu início, às vezes

literalmente a partir da primeira palavra do falante (Bakhtin, 2011, p. 271).

Aprender Ciências implica, antes de tudo, aprender sua linguagem e, conseqüentemente, falar e pensar de forma diferente sobre o mundo.

Para esse autor, todo ato de compreensão é uma resposta, seu conceito de resposta é amplo, tendo em vista que ultrapassa o esquema já padronizado de que toda pergunta exige uma resposta, uma vez que ‘resposta’, na teoria

bakhtiniana, tem-se como uma atitude em que determinado interlocutor se posiciona ideologicamente sobre determinado discurso. Para Bakhtin (2011), a compreensão deve corresponder à compreensão como visão do sentido, do sentido vivo da vivência na expressão, e não como uma visão do fenômeno internamente compreendido. A expressão deve ocorrer como sentido materializado. “O ativismo responsável do objeto cognoscível [...] A expressão como campo de encontro de duas consciências (a do eu e a do outro). A configuração dialógica da compreensão [...]” (Bakhtin, 2011, p. 396).

O autor aponta o campo enunciativo das Ciências Exatas como uma forma monológica do saber, ou seja, esta não é compreendida no encontro de duas consciências, pois no campo das Ciências Exatas:

[...] o intelecto contempla uma coisa e emite enunciado sobre ela. Aí só há um sujeito: o cognoscente (contemplador) e falante (enunciador). A ele só se contrapõe a coisa muda. Qualquer objeto do saber (incluindo o homem) pode ser percebido e conhecido como coisa. Mas o sujeito como tal não pode ser percebido e estudado como coisa porque, como sujeito e permanecendo sujeito, não pode tornar-se mudo; conseqüentemente o conhecimento que se tem dele só pode ser dialógico (Bakhtin, 2011, p. 400).

A clarificação feita por Bakhtin contribui para que compreendamos a visão positivista impregnada nas Ciências no contexto de sua imersão, já que seu discurso é construído tomando como base a forma monológica do saber e, por isso, ainda hoje é visto pela sociedade como discursos irrefutáveis e verdades absolutas. No entanto, o autor também nos leva a refletir sobre a fragilidade dessa percepção frente ao campo enunciativo das Ciências, posto que afirma ao final do trecho destacado que o sujeito não pode ser mudo e, sendo assim, o conhecimento que é construído por ele só pode ser dialógico. Por isso, passa a ser tão significativo fomentarmos a criticidade, para que nossos estudantes estejam cientes dessas questões e possam agir de modo autônomo e consciente, a ponto de serem capazes de questionar a forma como os constructos científicos são produzidos, bem como de entender que, se tratando de conceitos enunciados por sujeitos sócio-históricos, então, este deve ser visto como dialógico e não monológico. Entendemos a importância e a necessidade de refletirmos sobre as questões referentes

aos processos enunciativos no campo das Ciências, posto que esse tem fundamental influência na compreensão e na produção de seus enunciados. A compreensão, como já bem mencionado por Bakhtin (2011), pressupõe a ação dos sujeitos, e essa ação está relacionada à promoção de sentidos para aquilo que se pretende compreender.

Nesse processo, a apropriação passa a ter um papel relevante, já que, para Bakhtin (2011), esta se dá pela via enunciativa; ao explicar o que denomina como ‘monologização da consciência’, Bakhtin (2011, p. 402) discute sobre a “palavra do outro”, e destaca que “essas ‘palavras alheias’ são reelaboradas dialogicamente em ‘minhas alheias palavras’ com o auxílio de ‘outras palavras alheias’ [...] e, em seguida, [nas] minhas palavras (por assim dizer, com a perda das aspas), já de índole criadora”. Nesse processo, [...] “a palavra do outro se torna anônima, apropriam-se dela (numa forma reelaborada); a consciência se monologiza” e, ao monologizar-se, a consciência criadora é completada com palavras anônimas [...] entra como um todo único e singular em um novo diálogo (Bakhtin, 2011, p. 403; Andrade, 2019).

Para Andrade (2019), o processo de apropriação das palavras alheias acontece aos poucos, num esquecimento da relação entre “minhas palavras” e as palavras do outro, e isso ocorre de tal forma que, em determinado momento, essas últimas adquirem um caráter familiar, anônimo, pois, o sujeito ouvinte e ao mesmo tempo falante se apodera das mesmas, num processo de apossamento, sendo que, o sujeito não apenas se apropria dela como se estivesse pronta, ao contrário, no processo interlocutivo a linguagem é constantemente (re)construída.

Fazendo um paralelo entre as explanações da perspectiva bakhtiniana enunciativa com processos de aprendizagens já descritos na literatura, podemos afirmar que a aprendizagem ocorre por meios dialógicos e, nesse sentido, envolve a produção de enunciados que englobam gêneros discursivos primários e secundários e, à medida que os sujeitos se posicionam ativamente frente a esses discursos, estes se colocam em processos de monologização da consciência que, aos poucos, (re)constróem os discursos ouvidos até que estes são apropriados. Quando isso ocorre podemos dizer que a compreensão foi efetivada, isso não quer dizer que essa compreensão é estanque e não pode ser reelaborada; pelo contrário, ela estará sujeita a constantes reformulações, já que o sujeito ouvinte e agora falante não se encontra em um mundo mudo. Com isso, pode-se dizer que a aprendizagem de um conceito se torna efetiva quando o sujeito se apropria do mesmo. A apropriação é percebida quando ressignificam os conceitos tornando-os próprios, num processo de apossamento das novas ideias, que, apropriadas, podem ser utilizadas para explicar ou compreender novas situações.

Buscando fomentar práticas mediatizadas em sala de aula que possibilitem a ação dialógica e de diferentes perspectivas linguísticas, propomos a licenciandas em Química a produção de contos de ficção científica, que pudessem ser trabalhados no contexto da educação básica para problematizar situações cotidianas que demandavam a apropriação de conhecimentos científicos para a sua compreensão. A proposta de produção textual fora dos padrões pré-estabelecidos no contexto acadêmico, como os artigos, resumos, fichamentos etc., se justifica do ponto de vista da valorização de processos de produções enunciativas que possibilitam ao sujeito autor um maior grau de liberdade imaginativa, no sentido de que estes possam aparecer no texto por meio dos discursos produzidos, o que normalmente é limitado na escrita de textos acadêmicos e científicos, já que estes pressupõem o discurso monológico.

Flor e Cassiani (2012, p.181) afirmam, em um estudo sobre linguagem científica e ensino de Química no Brasil, que no período de 2000 a 2008 tal campo englobava “três enfoques principais: papel e funcionamento de analogias no ensino de Química, análise de interações discursivas em sala de aula e escrita e leitura de artigos científicos e divulgação científica no ensino superior”. Nesse sentido, a pesquisa aqui proposta aproxima-se do segundo enfoque no que se refere à leitura

e escrita. No entanto, nosso estudo traz como contribuição fomentar processos de produções enunciativas, por meio da escrita e reescrita de contos, de modo a possibilitar que as professoras em formação tenham maior grau de liberdade no ato da construção criativa de seus escritos. Desse mesmo contexto, surge nossa questão de pesquisa: Como promover a produção de processos enunciativos, por meio de práticas de escrita e reescrita, em cursos de formação de professores, que possibilite sua utilização enquanto ferramenta de ensino problematizadora, e que permita ao professor/escritor um grau de liberdade maior que o permitido pelos artigos científicos? Diante do questionamento posto e, após muitas leituras, chegamos à proposta aqui apresentada.

Alguns autores como Piassi e Pietrocola (2007), Andrade (2019) e Rees (2010) afirmam que os contos são recursos particularmente interessantes por sua intensidade de efeito e brevidade no ato de leitura que, atrelados aos temas presentes no desenrolar do gênero, propiciam incentivar de modo natural o interesse pelo debate, pelas questões científicas, permitindo ao mesmo tempo o desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita. Para Rees (2010), a brevidade dos contos permite, ainda, que o professor tenha mais tempo de abordar os conceitos científicos, tendo a possibilidade de ir além da leitura superficial, que costuma ser realizada em sala. Buscamos também proporcionar às licenciandas em Química o engajamento em atividades de produção escrita, já que

Para Andrade (2019), o processo de apropriação das palavras alheias acontece aos poucos, num esquecimento da relação entre “minhas palavras” e as palavras do outro, e isso ocorre de tal forma que, em determinado momento, essas últimas adquirem um caráter familiar, anônimo, pois, o sujeito ouvinte e ao mesmo tempo falante se apodera das mesmas, num processo de apossamento [...].

esta transforma necessariamente o pensamento do indivíduo em objeto de sua própria reflexão (Leitão, 2007). Assim, este trabalho busca investigar a apropriação de elementos constituintes dos processos enunciativos de licenciandas em química, por meio da escrita e reescrita de contos.

Metodologia

O estudo aqui relatado possui caráter descritivo e indutivo, tendo o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental, além de ter como preocupação do investigador os significados que as pessoas dão às coisas e a sua vida (Godoy, 1995). Tal enfoque coloca o pesquisador como instrumento-chave e o ambiente como fonte direta dos dados, não requerendo o uso de técnicas e métodos estatísticos, tendo apenas como foco a descrição dos fatos. Desse modo, o resultado não é elemento central da abordagem, mas sim o processo e seu significado, resultando como objetivo central a interpretação dos fenômenos ou objetos de estudo (Silva e Menezes, 2005).

As colaboradoras da pesquisa foram quatro licenciandas em Química, participantes do Programa de Iniciação à Docência (PIBID), do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe (UFS). O projeto desenvolvido pelo PIBID, do curso de Química licenciatura da UFS, tinha como proposição central a confecção e aplicação de materiais didáticos, sendo a pesquisadora inserida no projeto por meio de uma parceria criada com o coordenador do PIBID-Química, no sentido de incluir a Ficção Científica, por meio de contos, para a confecção de materiais didáticos. Portanto, as ações da pesquisadora eram minimamente enquadradas em um modelo formativo já existente. Optou-se por trabalhar com licenciandos para proporcionar que estes fossem ao menos apresentados a elementos que constituem o campo da linguagem e pudessem, assim, se dar conta do seu papel no campo da aprendizagem das Ciências.

Uma vez estabelecida a formação do grupo (pesquisadora enquanto formadora e licenciandas), buscando desenvolver atividades diferentes das usualmente adotadas nas escolas, propomos a produção de materiais didáticos que envolvessem aspectos da linguagem, leitura e escrita. A escolha por um gênero que, à primeira vista, se distanciasse muito do gênero presente nas Ciências, se deu a partir da análise do ambiente de trabalho no contexto da educação básica, onde se encontrava imersa a pesquisadora. Nesses espaços, era possível observar os estudantes carregando livros de histórias, que os mantinham motivados a ler e compartilhar tais experiências com seus colegas, o que nos fez pensar na possibilidade de utilização de gêneros literários para a promoção da aprendizagem das Ciências.

Selecionamos o gênero 'conto', tendo em vista que a realidade apresentada pelo contexto escolar vivenciado pela pesquisadora, no que diz respeito à leitura, não condizia com a da maioria dos estudantes do nosso país, visto que, é sabido que o gosto por essa prática não é algo partilhado (Teixeira e Silva, 2007; Andrade, 2014). Por ser o conto um gênero que tem como característica a brevidade, esse teria maiores possibilidades de ser lido na sua íntegra pelos estudantes. Com isso, foi proposto às quatro licenciandas a produção

O projeto desenvolvido pelo PIBID, do curso de Química licenciatura da UFS, tinha como proposição central a confecção e aplicação de materiais didáticos, sendo a pesquisadora inserida no projeto por meio de uma parceria criada com o coordenador do PIBID-Química, no sentido de incluir a Ficção Científica, por meio de contos, para a confecção de materiais didáticos.

de contos¹ que servissem de elemento problematizador para discutir questões cotidianas que necessitassem do conhecimento científico para a sua compreensão. Definido o gênero a ser produzido, o grupo passou a ter encontros semanais para levantamento dos temas sociais que seriam abordados nas produções escritas, bem como, para compreensão do que seria um conto, que características eram necessárias para que os

escritos pudessem ser nomeados nesse gênero.

Os encontros tinham duração de duas horas e, ao total, foram cerca de 4 meses para que as primeiras versões dos escritos fossem apresentadas. A temática foi selecionada com base na proposta de investigação temática de Freire (2005), que tem como etapas: 1. Levantamento preliminar da realidade local, 2. Diálogos decodificados, 3. Análise e escolha das situações contraditórias e 4. Redução temática.

A temática que emergiu no processo de Investigação Temática foi o litoral e, dentro desse universo, decidiu-se problematizar as barreiras de pedras construídas na praia da Atalaia Nova para conter o avanço do mar e o escurecimento de uma parte do litoral na praia da Atalaia. Sendo assim, foram produzidos dois contos e cada um tratava de uma das questões apresentadas. As produções ocorreram em dupla, pois buscávamos possibilitar o processo dialógico com o outro e com os "outros" discursos com os quais os sujeitos produtores dos escritos tiveram contato no decorrer da sua formação, enquanto sujeitos sócio-históricos, como relatado por Bakhtin (2011). Após a seleção da temática, foram analisados os conceitos científicos que poderiam emergir e contribuir para a compreensão da problemática.

A produção ocorreu por meio da escrita e reescrita orientada, assim como das interações dialógicas que ocorriam nos encontros do grupo. O processo de escrita e reescrita ocorria da seguinte forma: as duplas escreviam, levavam os escritos para os encontros quinzenais, partilhavam com o grupo, que opinava e sugeria melhorias para os escritos. É importante mencionar que as reescritas possuem contribuições apenas das 4 licenciandas colaboradoras da pesquisa. A pesquisadora apenas observava e mediava o diálogo, buscando não interferir muito nessa etapa, de modo a não descaracterizar as produções autorais das licenciandas. Tal processo se repetia até que o grupo decidisse por finalizar.

Os contos produzidos se configuram como materiais enunciativos e, por isso, foram nossos dados. Sua análise ocorreu tomando como base as ideias de Bakhtin (2011) referentes à constituição da língua, já explicitado na apresentação do nosso referencial teórico. Buscamos, sobretudo, identificar aspectos que envolviam a elaboração de enunciados referentes ao contexto das Ciências, bem como ao contexto da linguagem escolar. Com isso, atentamos o nosso olhar para os gêneros do discurso, a ativa posição responsiva e a apropriação de conhecimentos. Tais elementos foram analisados em todas as versões dos contos produzidos. No total, o conto 1 foi escrito e reescrito quatro vezes, e o conto 2, seis vezes, até que se chegasse à versão final. É importante ressaltar que os escritos passaram por validação com especialistas do campo da linguagem para que pudéssemos certificar os escritos enquanto conto.

Quadro 1: Elementos constituintes do processo enunciativo/argumentativo

Perspectiva Dialógica (Elementos que compõe o Enunciado)	
Elementos	Componentes dos Elementos e suas Definições
Gêneros do Discurso (Tipos relativamente estáveis de enunciados)	Primário (simples): Relatos do dia a dia. Ex: Diálogos informais, cartas. Secundário (complexo): Surgem nas condições de um convívio cultural mais complexo. Ex: utilizados em romances, pesquisas científicas.
Ativa Posição Responsiva (ato para compreensão do sentido do discurso)	Concorda ou discorda dele (total ou parcialmente), completa-o, aplica-o, prepara-se para usá-lo.
Monologização da Consciência (ocorre por meio da apropriação)	Apropriação: [...] “essas ‘palavras alheias’ são reelaboradas dialogicamente em ‘minhas alheias palavras’ com o auxílio de ‘outras palavras alheias’ [...] A palavra do outro se torna anônima, apropriam-se dela (numa forma reelaborada); a consciência se monologiza.

Fonte: Autoria própria.

Análise e Discussão de Resultados

Os contos produzidos foram nomeados de C1 (conto 1) e C2 (conto 2), para melhor identificação dos mesmos no decorrer da análise. O C1 foi produzido pela licencianda 1 (L1) e licencianda 2 (L2) e o conto 2 foi produzido pela licencianda 3 (L3) e licencianda 4 (L4). Tais abreviações serão utilizadas a partir de agora para facilitar a identificação dos escritos produzidos no decorrer da análise.

O C1 foi intitulado por L1 e L2 de “Um Verão Escuro na praia da Atalaia”; conta a estória de Charles, um menino que sempre ia passar as férias de verão na casa do seu avô Giuseppe, que morava em Aracaju, cidade do litoral sergipano.

Quando se preparava para a viagem, Charles ouve uma notícia na TV que lhe causou espanto: o mar da praia da Atalaia, onde passaria suas férias, estava escuro. O desenrolar da estória busca desvendar os mistérios que envolvem as causas do escurecimento do mar.

Ao observar os escritos produzidos para o C1, no que se refere aos gêneros de discursos presentes, o que se observa é um movimento contrário ao que Bakhtin (2011) coloca quando se refere ao aprimoramento e reelaboração do gênero primário no processo de formação dos gêneros secundários, ou seja, L1 e L2 iniciam seu escritos com uma predominância da utilização do gênero de discurso secundário e, à medida que o conto é reescrito, o discurso vai se descomplexificando e há uma predominância maior de gênero de discurso primário. Isso pode ser percebido nos recortes do Quadro 2.

A alteração de predominância do gênero secundário para o primário, à medida que os contos são reescritos, ocorre em virtude da compreensão do objetivo didático proposto, que vai sendo apropriada conforme as colaboradoras da pesquisa se reúnem e discutem seus escritos, uma vez que os contos deveriam ter papel de elemento problematizador. Com isso, as licenciandas percebem a necessidade de não fornecer a explicação conceitual, mas sim de apresentar indícios que possibilitem ao aluno leitor construir o seu próprio discurso científico no decorrer da mediação da leitura. Nesse sentido, pode-se dizer que houve apropriação de elementos que constituem o discurso escolar, por parte de L1 e L2, já que, para Bakhtin (2011), a linguagem se materializa por meio do diálogo, fato que é extremamente importante na formação de professores, pois, pressupõe o outro enquanto sujeito falante e ouvinte, e não apenas ouvinte, como costumeiramente ocorre no contexto da sala de aula atual.

Além disso, ao considerar o enunciado produto da interação, Bakhtin (2011) insere na comunicação verbal a ação dos participantes, ou seja, dos interlocutores, já que estes são constitutivos dos seus enunciados, determinando, assim, o “como” e o “porquê” do “querer-dizer”. Sendo assim, o locutor direciona a sua fala para o ouvinte. Tal ação ocorre em virtude da prática discursiva dialógica. Nesse sentido, é compreensível que, após o primeiro grupo de diálogo sobre a primeira versão dos escritos, essa necessidade seja percebida e os diálogos direcionem o olhar para a finalidade da produção escrita, ou seja, para o “como” e o “porquê” querer dizer. Esse movimento dialógico é considerado, nessa perspectiva, o próprio ato de argumentar.

No que se refere à apropriação por meio da monologização da consciência, é possível perceber nos trechos destacados no Quadro 2 que as licenciandas não se apropriam do discurso conceitual colocado na v1 do conto para explicação do fenômeno, já que o trecho destacado trata-se de um recorte na íntegra de um dos artigos científicos lidos que colaboravam com a compreensão do fenômeno destacado no conto, que era o escurecimento da água do mar. Portanto, para essa primeira versão, as ‘palavras alheias’ não foram reelaboradas dialogicamente em ‘minhas alheias palavras’ com o auxílio de ‘outras palavras alheias’, como discorre Bakhtin (2011),

Versão do C1	Recorte	Análise
v1	<p>“– Vô o Senhor sabe por que isso está acontecendo? – Perguntou, Charles. – Anualmente, os oceanos <i>absorvem grande quantidade de CO₂</i>, emitido para atmosfera pelas atividades humanas, quando o <i>CO₂</i> se <i>dissolve na água do mar forma o ácido carbônico</i>, esse processo denomina-se de <i>acidificação oceânica</i>, e está tornando a <i>água do mar mais corrosiva</i> para as conchas e esqueletos de numerosos organismos marinhos, não se sabe como ou se as vidas marinhas se adaptarão a esta acidificação, bem como afetando seus processos de reprodução e fisiologia.”</p>	<p>Há uma predominância do discurso de gênero secundário, visto que explicações científicas para o fenômeno de escurecimento do mar são colocadas nos escritos. Os trechos em destaque enfatizam o uso de enunciados que são compostos por tipos relativamente estáveis de enunciados e que pertencem a um grupo específico, a comunidade científica.</p>
v2	<p>“– Que confusão é essa Vovô Emanuel? – Indagou Charles. – Estamos passando por um momento muito difícil, nunca visto por nós pescadores, você já deve estar sabendo que a <i>água do mar está escura</i> e que se isso não mudar todos nós vamos sofrer grandes consequências. <i>Os peixes estão morrendo, plantas aquáticas na beira da praia, o mar está conflito</i>, como iremos sobreviver?”</p>	<p>Para essa versão predomina o gênero de discurso primário, já que não aparecem definições e explicações científicas para o fenômeno em questão, mas sim apontamentos de um pescador local de modo descritivo sobre o que percebe a partir dos seus sentidos a respeito do que ocorre com o mar. É possível notar discursos mais ligados aos diálogos informais.</p>

Fonte: Autoria própria.

não ocorrendo apropriação e, conseqüentemente, também não acontece a monologização da consciência, nesse primeiro momento. Quando analisamos o excerto apresentado na v2, percebe-se um avanço nesse sentido, já que as informações contidas no discurso científico que explica o fenômeno aparecem no decorrer de todo o conto pela apresentação de indícios que podem levar o leitor à construção desse discurso, ou seja, as palavras alheias foram reelaboradas e apropriadas, de modo a atender às necessidades do discurso escolar (Bakhtin, 2011).

A presença de tais elementos na constituição enunciativa de L1 e L2 demonstram a apropriação de elementos que constituem o que Bakhtin (2011) denomina de ‘linguagem’ e que outros autores defendem enquanto processos argumentativos. Nesse sentido, afirmamos que esses movimentos dialógicos que compõem o processo de escrita do conto se configuram como ‘argumentação’. Para a v3 e v4 dos escritos produzidos por L1 e L2, pode-se perceber a presença da ativa posição responsiva. No entanto, essa só aparece a partir da v3, como pode ser observado nos recortes que seguem.

Como pode-se observar no Quadro 3, a produção do conto realizada por L1 e L2 nos mostra a presença da ativa posição responsiva colocada por Bakhtin (2011), posto que os discursos dos personagens principais vão sendo ampliados ou modificados a partir dos discursos alheios e que são explícitos no escrito; quando concordam ou discordam dele

(total ou parcialmente), completam, aplicam ou preparam-se para usá-lo. Como tais discursos foram produzidos pelas licenciandas, podemos dizer que essa ativa posição responsiva reflete os discursos que compõem os enunciados apropriados por elas no decorrer do processo de escrita.

Nesse sentido, pode-se dizer também que os excertos em destaque no quadro produzidos na v4 nos mostram que o discurso exposto por Charles se configura como uma ativa posição responsiva, contendo também elementos de apropriação

[...] na perspectiva da relação entre as palavras dos sujeitos do discurso, e a presença não apenas da ativa posição responsiva, mas dos elementos constituintes dos processos dialógicos, como a monologização, a alternância de discursos em virtude do outro, caracterizam a prática aqui em análise como argumentação, já que esta seria o modo de elaboração da linguagem por meio das intenções sempre presentes nos enunciados desses sujeitos.

do discurso do outro por meio da monologização da consciência. Percebe-se então, o dialogismo da interdiscursividade, já que, discursos dialogam produzindo novos discursos. Neste, então, habitam muitas vozes sociais, que se completam, polemizam e respondem umas às outras (Bakhtin, 2011). Assim, na perspectiva da relação entre as palavras dos sujeitos do discurso, e a presença não apenas da ativa posição responsiva, mas dos elementos constituintes dos processos dialógicos, como a mo-

nologização, a alternância de discursos em virtude do outro, caracterizam a prática aqui em análise como argumentação, já que esta seria o modo de elaboração da linguagem por meio das intenções sempre presentes nos enunciados desses sujeitos. Além disso, é possível perceber nos trechos em destaque da v3 do C1 a predominância do gênero de discurso primário já relatada anteriormente. Nesses, aparecem apenas discursos mais próximos ao utilizado em diálogos informais, o que reforça ainda mais nossa análise de apropriação do

Versão do C1	Recorte	Análise
v3	<p>“...não é só isso vovô, as conchas estão quebradiças..., mas <i>porque isso está acontecendo?</i>”</p> <p>“...nós mesmos estamos causando todo <i>desequilíbrio</i> da natureza. -Desequilíbrio? Como assim?”</p> <p>“...os humanos se tornaram pessoas egoístas e consumistas que não se importam com o amanhã.” “...a população aumentou, a quantidade de material orgânico também, [...] as tubulações de saneamento básico todas caem diretamente na praia...”</p> <p>“... Emanuel <i>podemos ir para baixo daquele sombreiro o sol está muito quente...</i>”</p> <p>“... bem lembrado <i>as temperaturas aumentaram muito nos últimos tempos...</i>”</p>	<p>É possível perceber a ampliação do discurso de Emanuel, a partir das colocações de Charles e de Pedro, principalmente nos trechos destacados. Com isso, pode-se perceber a ativa posição responsiva, já que Emanuel sempre se posiciona frente aos discursos ouvidos, seja concordando ou discordando dele (total ou parcialmente), completando-o, aplicando-o ou preparando-se para usá-lo.</p>
v4	<p>“... acabo de lembrar da minha professora [...] ela citou a <i>temperatura</i> como um problema [...] tenho quase certeza que o que está causando isso com os peixes é o <i>aumento da temperatura</i>, como o amigo falou que a última vez que foi pescar veio <i>uma fralda descartável velha</i> na sua rede, <i>quem garante que os peixes não se alimentam desse material?...</i>”</p>	<p>A palavra temperatura em destaque foi mencionada a primeira vez pelo avô de Charles, o pescador Emanuel, que a mencionou em virtude de um posicionamento de Pedro, o biólogo e, que aqui aparece na fala de Charles como sendo a causa principal para o escurecimento do mar, além disso Charles ainda completa seu discurso agregando a ele fatos que foram mencionados em discursos anteriores de alguns pescadores, como o fato da fralda descartável.</p>

Fonte: Autoria própria.

discurso escolar, ou do discurso pedagógico necessário à problematização de fatos cotidianos para a aprendizagem de conceitos científicos carregados de significados e sentidos.

Um fato a interpretar e que foi percebido a partir da v3 do C1 é que, apesar da predominância do gênero de discurso primário, as licenciandas sentem a necessidade de incluir três parágrafos em todo o conto com a presença do gênero de discurso secundário, para a explicação de alguns fenômenos mencionados pelos personagens do conto, tais explicações mesmo sendo postas de modo mais simples, apresentam explicações científicas e, portanto, são classificadas como gênero de discurso mais complexo, como pode ser observado nos trechos que se seguem: “...parte dos gases poluentes são jorrados na atmosfera e absorvidos pelo mar. Como consequência desta ação, a água do mar torna-se mais corrosiva...”, “...as conchas possuem um mineral, chamado carbonato de cálcio que pode se dissolver na água...”, “...na análise, foram observados que alguns provenientes liberados através do lixo orgânico aumentam a proliferação de fitoplânctons e zooplânctons (plantas aquáticas), deixando a água do mar escura. Também identificou o teor de sal e a acidez...”.

Como Bakhtin (2011) toma o enunciado como objeto de significação, podemos mais uma vez afirmar que essa necessidade pode ter sido ocasionada pelos objetivos que guiavam a produção dos escritos, que davam significado ao mesmo e como buscavam por meio da mediação do conto em sala não apenas problematizar aspectos do cotidiano, mas também contribuir com a construção de conhecimentos científicos a introdução de alguns termos que nos remete a conceitos científicos, o que, na visão das licenciandas, fez-se pertinente.

Acreditamos que esse é um aspecto formativo importante de ser apropriado por professores de Ciências em processos de formação, pois, segundo Bakhtin (2011), “toda situação inscrita duravelmente nos costumes possui um auditório organizado de uma certa maneira e conseqüentemente um certo repertório de pequenas fórmulas correntes” (p. 126). Assim também ocorre no ambiente escolar.

Passamos agora para a análise do C2, nomeado por L3 e L4 de “A Viagem Inesperada”, a qual narra a estória de uma turma de estudantes que vai em um passeio escolar com destino à praia, e tem como objetivo possibilitar aos alunos a percepção das intervenções do homem na natureza. Essa busca é permeada por diálogos e descobertas a respeito de uma barreira de pedras, construída na praia para conter o avanço do mar e que interferiu não só na natureza da região, mas na vida da comunidade que ali reside. A v1 do C2 é produzida com um predomínio do gênero de discurso primário; já na v2, aparecem alguns parágrafos que expressam o uso do gênero de discurso secundário. Como menciona Bakhtin (2011), no processo de formação dos gêneros secundários, eles se reelaboram, aprimorando os gêneros primários, que são compostos pelos relatos do dia a dia, cartas, e diálogos informais, utilizados no cotidiano, que se formaram na condição discursiva imediata. Esses gêneros primários, que integram os secundários, se transformam e adquirem um caráter mais complexo. Podemos perceber isso nos trechos em destaque no Quadro 4.

É importante ressaltar que o C2 traz também em seus escritos muito trechos em que se percebe a presença do gênero primário, posto que esse se faz necessário quando se busca aproximar o discurso cotidiano, presente no conto, ao

Versão do C2	Recorte	Análise
v1	“...mais a frente uma <i>extensa muralha de pedras</i> tinha sido levantada sobre a areia da praia...” “...aqui diz que o enrocamento é uma das alternativas mais utilizadas para conter o avanço do mar.”	O trecho em destaque enfatiza a presença do discurso cotidiano, utilizado em diálogos informais, já que não há a utilização do nome científico para o paredão de pedras.
v2	“...as rochas vão <i>sofrendo transformações</i> com o tempo por vários fatores, como por exemplo, o <i>contato com o gás carbônico</i> e o <i>vento</i> .”	Aqui percebe-se o início do processo de reelaboração e aprimoramento do gênero primário, já que o excerto se inicia pelo uso do discurso primário e é finalizado com a introdução de aspectos do discurso científico próprio do gênero secundário.
v3	“... <i>quando em contato com as rochas, o gás carbônico reage com os minerais presentes nela deixando-as mais fracas</i> , fazendo com que elas acabem se rachando, tornando-as cada vez menor.	O discurso primário é completamente reelaborado e complexificados em discurso secundário, já que apresenta uma explicação científica.
v4	“...precisamos estudar mais esse aspecto da <i>reação química entre a chuva ácida, poluição, gás carbônico presente na água do mar</i> e seus impactos nas pedras da parede do quebra-mar.”	Aqui ocorre o mesmo descrito na análise da v3.

Fonte: Autoria própria.

discurso dos estudantes da educação básica, para quem os escritos são pensados. No entanto, diferente do que ocorre no processo de escrita do C1, L3 e L4 demonstram uma necessidade de incluir alguns trechos com discursos científicos que agreguem palavras desse universo e que possam ser utilizadas como palavras-chave para a mediação da ação problematizadora.

Nesse sentido, vale dizer que a introdução do gênero secundário também acontece em virtude dos objetivos que guiam o processo de escrita dos contos. Isso também pode ser entendido por meio da presença da interação, já que este é produto dos enunciados produzidos. L3 e L4 inserem na comunicação verbal a ação dos participantes, ou seja, dos interlocutores/leitores e estes também direcionam o “como” e o “porquê” do querer-dizer (Bakhtin, 2011), no entanto, o caminho escolhido no processo dialógico de L3 e L4 se difere do adotado por L1 e L2. Assim, sua fala é direcionada para o ouvinte, o qual não será ouvinte passivo, mas responderá ao outro, que logo lhe dará nova resposta e, assim, os sentidos serão construídos; é o dialogismo que entendemos enquanto argumentação sendo praticado ainda no planejamento das ações a serem desenvolvidas em sala.

Os trechos destacados no Quadro 4 também demonstram a ocorrência da apropriação, já que em nenhum momento percebe-se reproduções de discursos alheios, mas sim reelaborações, uma vez que as palavras expressas no discurso são de índole criadora e demonstram um caráter anônimo.

Isso pode ser percebido, por exemplo, quando, ao explicar sobre os paredões de pedras, a palavra ‘enrocamento’ não é utilizada na v1, sendo este o termo científico adotado para denominar os paredões. Isso ocorre pois, apesar da ciência do termo, as licenciandas buscam aproximar o discurso apresentado no conto ao utilizado cotidianamente; outro aspecto que demonstra isso é o uso do termo ‘transformação’ adotado na v2, quando se busca chamar a atenção do leitor para as reações químicas que ocorrem com as rochas devido aos intemperismos, ou seja, ao invés da utilização do termo científico, L3 e L4 reelaboram seus discursos e utilizam a palavra ‘transformação’, o que demonstra apropriação e, por conseguinte, monologização da consciência. É possível observar também a presença da ativa posição responsiva, já que alguns discursos são ampliados, revisados, e aplicados a partir da resposta do outro, como pode-se perceber no Quadro 5.

Os elementos dialógicos que constituem os enunciados presentes no C2 demonstram a ativa posição responsiva quando L3 e L4 buscam construir a explicação científica para o fenômeno observado. Fica evidente que esse processo de construção de conhecimento ocorre de forma mais fluida quando o dialogismo se faz presente, visto que, a necessidade de posicionar-se frente ao discurso do outro, no sentido de concordar, discordar, completar e preparar para usá-los, contribui para que se chegue a um consenso sobre o entendimento do fato. Essa característica de posicionamento frente

Os elementos dialógicos que constituem os enunciados presentes no C2 demonstram a ativa posição responsiva quando L3 e L4 buscam construir a explicação científica para o fenômeno observado. Fica evidente que esse processo de construção de conhecimento ocorre de forma mais fluida quando o dialogismo se faz presente, visto que, a necessidade de posicionar-se frente ao discurso do outro, no sentido de concordar, discordar, completar e preparar para usá-los, contribui para que se chegue a um consenso sobre o entendimento do fato.

Versão do C2	Recorte	Análise
v5	<p>“...Será...que essas <i>rochas inofensivas</i> podem causar <i>impactos negativos ao meio ambiente?</i>”</p> <p>“...ele dizia... que a <i>natureza passa por transformações</i> a todo tempo, que <i>o ser humano constrói onde não deve...</i>”</p> <p>“...na verdade o ser humano, <i>desmata</i>, constrói onde não pode, <i>polui o ambiente, provocando depois desequilíbrio no meio ambiente...</i>”</p> <p>“...o ser humano constrói casas e bares muito próximos do mar e <i>com o avanço do mar o ser humano precisa tomar medidas para evitar a destruição de suas construções</i> e, por esse motivo obras como essas são feitas...”</p>	<p>Nota-se a ampliação dos discursos à medida em que os diálogos ocorrem, percebe-se que, a cada discurso enunciado, novos elementos se somam e outros se mantêm. Tais ampliações e ou reelaborações ocorrem sempre em detrimento do discurso do outro, como uma resposta.</p>
v6	<p>“... , mas agora essas <i>pedras estão cedendo</i> e daqui a pouco o quebra mar acabará se rompendo.”</p> <p>“...<i>por que será que estão cedendo?</i>”</p> <p>“...<i>não sei explicar...</i>”</p> <p>“...as <i>rochas vão sofrendo transformações</i> com o tempo por vários fatores, como por exemplo, o contato com o gás carbônico e o vento.”</p> <p>“...<i>isso acontece com todas as pedras?</i>” “...<i>não, tem uns tipos de rochas que são mais resistentes...</i>”</p>	<p>A compreensão sobre o fenômeno é construída coletivamente de modo dialógico. A cada questionamento, novos fatos surgem e complementam essa compreensão. Nesse caso, observa-se a complementação dos enunciados produzidos por Marcelo e uma preparação para usá-lo.</p>

Fonte: Autoria própria.

aos discursos alheios também pode ser considerada como elementos argumentativos.

Quando mencionamos a presença do diálogo, entendemos que esse se constitui não apenas pela comunicação entre duas pessoas, mas sim por meio dos discursos já existentes, uma vez que, em uma relação interativa, os interlocutores não dialogam somente entre eles. Logo, faz-se presente um diálogo com o social, que está repleto de discursos do presente, passado e mesmo futuro. Isso é visto quando um dos personagens, o Bernardo, se recorda da fala de um professor, “...ele dizia... que a natureza passa por transformações a todo tempo, que o ser humano constrói onde não deve...”, ou seja, há nos enunciados produzidos um conjunto de vozes com as quais os sujeitos falantes tiveram contato no decorrer de suas vidas.

Nesse aspecto, a reescrita teve papel primordial, pois trata-se de um processo dialógico reflexivo, ou seja, um diálogo carregado de compreensão ativa com a percepção do *eu* sobre o *outro* e o entendimento das construções de sentidos que aparecem nas práticas sociais, ou seja, a prática de reescrever os contos após as discussões em grupo possibilitou momentos de reflexão, que envolviam o discurso do outro, a fim de compor as ideias próprias ou, ainda, novos sentidos (Bakhtin, 2011).

Para Carrijo e Padila (2013):

Na prática de reescrever, o aluno preocupa-se em

organizar as suas apreciações valorativas, tendo em consideração as particularidades do gênero e, também, buscará escrever de maneira que o seu destinatário compreenda. Tal aspecto leva-nos à exotopia. Esta relaciona-se ao excedente de visão que o aluno tem sobre a sua própria produção, ou seja, ele compreende o que é necessário melhorar depois de ter recebido orientação do professor e ter trabalhado em exercícios que visassem à solução das inadequações de sua produção, aprimorando seu processo de escrita.

De modo geral, pode-se dizer que as licenciandas se apropriam dos aspectos enunciativos descritos por Bakhtin (2011), o que agrega um valor significativo à constituição docente, posto que essas ao compreenderem a necessidade de se pensar os discursos que devem ser produzidos em sala de modo a colaborar com o alcance dos objetivos didáticos traçados, entendem o valor da linguagem no âmbito da aprendizagem das Ciências.

agrega um valor significativo à constituição docente, posto que essas ao compreenderem a necessidade de se pensar os discursos que devem ser produzidos em sala de modo a colaborar com o alcance dos objetivos didáticos traçados, entendem o valor da linguagem no âmbito da aprendizagem das Ciências. Outro aspecto importante a ser mencionado é

Podemos então inferir que a prática reflexiva da reescrita contribui para a compreensão ativa e a atitude responsiva ativa, já que estas estão ligadas à constituição do sujeito-autor. Dessa forma, nota-se também a construção da autoria, conforme Bakhtin (2011), caracterizada pela atitude criadora das licenciandas.

De modo geral, pode-se dizer que as licenciandas se apropriam dos aspectos enunciativos descritos por Bakhtin (2011), o que

a presença da ativa posição responsiva, pois esta corrobora com a constituição da autonomia, da criticidade e da capacidade de argumentar frente aos discursos ouvidos, e isso é extremamente importante, não somente no contexto da sua formação docente, mas principalmente da sua formação enquanto cidadão.

Salientamos, por fim, que a argumentação se encontra enraizada na construção dos signos, dos gêneros do discurso, da apropriação das palavras alheias, ou mesmo quando compreendemos responsiva e ativamente um discurso, como pode ser observado no decorrer da análise dos dados aqui apresentados e, por isso, afirmamos que a argumentatividade da linguagem é inerente ao princípio dialógico estabelecido por Bakhtin (2011).

Algumas considerações

Iniciamos nosso estudo buscando analisar a apropriação de processos enunciativos evocados na produção de contos. Para isso, apoiamos-nos na perspectiva bakhtiniana de linguagem, a fim de possibilitar a reflexão sobre a compreensão de processos enunciativos enquanto constituintes da argumentação, defendendo que enunciar é argumentar.

A partir das produções textuais elaboradas pelas licenciandas, percebeu-se a presença dos elementos que constituem o dialogismo, como os gêneros de discurso primário e secundário, bem como da apropriação e da ativa posição responsiva. Sendo assim, pode-se afirmar que o processo de escrita e reescrita de contos contribuiu com a apropriação de aspectos enunciativos que são inerentes à argumentatividade, e que estes corroboram também com a apropriação de aspectos formativos importantes, já que contribuem com a constituição do discurso escolar quando colocam as licenciandas em posições reflexivas sobre seus escritos, para que estes atendam aos objetivos didáticos para os quais foram produzidos.

Esse movimento de reescrita potencializou a construção de um novo olhar sobre os contos, um olhar do outro, ou seja, desde as primeiras versões, as licenciandas iniciaram o seu caminho de desenvolvimento para a constituição de um sujeito-autor, de modo que, no momento da reescrita, o trabalho exige um sujeito-autor reflexivo, pois, supõe-se a conscientização e percepção do que precisa ser melhorado em seu texto.

Compreendemos que a proposta de produção de contos como elemento problematizador para a aquisição de conhecimentos científicos pode ser uma opção de prática a ser trabalhada no campo da educação básica², pois possibilita uma aproximação com os problemas locais e com diferentes campos da linguagem, além de colocar o estudante leitor

em posição de refletir sobre a problemática retratada nos escritos. Por fim, acreditamos que, por meio desse trabalho, indicamos caminhos que possam ser utilizados em ambientes de pesquisa, bem como em produções de atividades didáticas que tenham como finalidade a investigação dialógica, enunciativa e argumentativa no campo da Educação em Ciências, demonstrando que tais perspectivas nos auxiliam na compreensão dos processos cognitivos que se efetuam nesses espaços, ou seja, sinalizamos a possibilidade de utilização de tais mecanismos para estudar a apropriação de conhecimentos³, que ocorrem por meio dos enunciados ao longo dos processos.

Notas

¹Para acessar as versões dos contos produzidos na íntegra vide os anexos da tese: ANDRADE, T.S. *Apropriação de aspectos formativos de licenciandas em química por meio da escrita, reescrita e mediação da leitura de contos e a ficção Científica*. Tese (Doutorado)- Universidade Federal da Bahia. Instituto de Física. Salvador- BA, 2019.

²Para saber mais sobre as potencialidades do uso de contos no ensino de química vide Tese de doutorado de Andrade, 2019.

³Para mais aprofundamento, sugerimos a leitura da tese de doutorado de Andrade, 2019 que utiliza como referencial de análise a definição de apropriação bakhtiniana, de modo a compreender como essa interfere na compreensão conceitual.

Dedicatória

Dedicamos este trabalho ao professor Nelson Rui Ribas Bejarano (in memoriam), que orientou a tese de doutorado de Tatiana Santos Andrade na Universidade Federal da Bahia (UFBA), da qual emergem os dados utilizados neste manuscrito. Nesse sentido, muito do que pudemos expressar neste trabalho tem a influência e a contribuição dele. Paz, luz e gratidão ao professor Nelson.

Tatiana Santos Andrade (tatiana.andrade@ufca.edu.br), professora Adjunta na Universidade Federal do Cariri (UFCA), doutora em Ensino, História e Filosofia das Ciências pela Universidade Federal da Bahia, mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Sergipe. Licenciada em Química pela Universidade Federal de Sergipe. Brejo Santo, CE – BR. **Erivanildo Lopes da Silva** (erivanildolopes@gmail.com), licenciado em Química pelo Centro Universitário Fieo, mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo, doutor em Filosofia, História e Ensino de Ciências pela Universidade Federal da Bahia e pós-doutor em Didática das Ciências pela Universidade de Aveiro-PT. Professor do Campus São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe no Curso de Licenciatura em Química. Professor e Investigador do Núcleo de Pós-Graduação em ensino de Ciências e Matemática (NPGECIMA). São Cristóvão, SE – BR.

Referências

ANDRADE, T.S. Apropriação de aspectos formativos de licenciandas em química por meio da escrita, reescrita e mediação da leitura de contos e a ficção Científica. Tese (Doutorado)-Universidade Federal da Bahia. Instituto de Física. Salvador- BA, 2019.

ANDRADE, T. S. *Identificando e classificando o perfil de leitores dos graduandos em Química Licenciatura da Universidade Federal de Sergipe (UFS)*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe. Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. São Cristóvão-SE. 2014.

BAKHTIN, M. *Estética da Criação Verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 3ª edição, 2011.

BAKHTIN, M., VOLOCHINOV, V. *Marxismo e filosofia da linguagem. Problemas fundamentais do método sociológico na Ciência da Linguagem*. 2. ed. Trad. Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec, 1981 [1929].

FLOR, C. C.; CASSIANI, S. Estudos envolvendo linguagem e educação química no período de 2000 a 2008 – algumas considerações In: *Ensaio*, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, jan/abr, p.181-193, 2012.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 42.ª edição, 2005.

GRIZE, J. B. Argumenter, prouver et calculer. In: RACCAH, P. Y. L'argumentation dans le langage. *Gent: Communication & Cognition*, 13-19, 1992.

JÄGER, S. *Discourse and knowledge: Theoretical and methodological aspects of a critical discourse and dispositive analysis*. In WODAK, R. & MEYER, M. (Eds.), *Methods of critical discourse analysis*. London: Sage, p. 32-62, 2001.

LEITÃO, S. Processos de construção do conhecimento: a argumentação em foco. *Pro- Posições*, v. 18, p. 75-92, 2007.

MORTIMER, E.F. *Sobre chamadas e cristais: a linguagem científica, a linguagem cotidiana e o ensino de ciências*. In: CHASSOT, A. e OLIVEIRA, J.R (Orgs.). *Ciência, Ética e Cultura na educação*. São Leopoldo: Unisinos, p.99-118, 1998.

MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. *Quem conta um conto*

umenta um ponto também em física: Contos de ficção científica na sala de aula. XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2007.

PISTORI, M. H. C.; BANKS-LEITE, L. Argumentação e construção de conhecimento: uma abordagem bakhtiniana. *Bakhtiniana*, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 129-144, 2010.

REES, S.; *Short but rarely sweet: short stories in the classroom*. New York: Visualthesaurus, 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

TEIXEIRA JUNIOR, J.G. e SILVA, R.M.G. Perfil de leitores em um curso de Licenciatura em Química. *Química Nova*, v. 30, n. 5, p. 1365-1368, 2007.

TOKARNIA, M. Brasil perde 4,6 milhões de leitores em quatro anos. *Agência Brasil*, Rio de Janeiro, 11/09/2020. Disponível em <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2020-09/brasil-perde-46-milhoes-de-leitores-em-quatro-anos>, acesso em out. 2020.

Para saber mais

No que se refere ao uso de contos de Ficção Científica no ensino de Ciências, sugere-se a leitura da Tese de doutorado de Andrade e os trabalhos de Piassi, professor da Universidade de São Paulo (USP) e precursor da introdução dessa temática no âmbito das Ciências.

ANDRADE, T.S. Apropriação de aspectos formativos de licenciandas em química por meio da escrita, reescrita e mediação da leitura de contos e a ficção científica. Tese (Doutorado)-Universidade Federal da Bahia. Instituto de Física. Salvador- BA, 2019.

PIASSI, L. P. A ficção científica e o estranhamento cognitivo no ensino de ciências: estudos críticos e propostas de sala de aula. *Ciência & Educação*, v. 19, n. 1, p. 151-168, 2013.

PIASSI, L. P. A ficção científica como elemento de problematização na educação em ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 3, p. 783-798, 2015.

E para mais aprofundamentos sobre a perspectiva de Bakhtin como mecanismos argumentativos sugere-se: LEITÃO, S. Processos de construção do conhecimento: a argumentação em foco. *Pro-Posições*, Campinas, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 75-92, 2016.

Abstract: *A dialogism and appropriation of enunciative aspects through the production of tales in the training of chemistry teachers.* Research has shown a decline in the reading practice of Brazilians in recent years, which corroborates the increase in the difficulties of understanding the texts read and, consequently, with the practice of writing and the ability to argue. It is necessary to promote activities in the training of science / chemistry teachers, which permeate the field of language. In this sense, we aim to investigate the appropriation of constituent elements of the enunciative processes of undergraduate chemistry students, through the writing and rewriting of short stories. For this, we use the Bakhtinian language understanding in order to understand aspects of the argument through the statements throughout the process, understanding that to speak is to argue. The writing and rewriting of short stories contribute to the appropriation of enunciative aspects inherent to argumentativeness, which makes this practice a necessary mechanism for teacher constitution, corroborating the appropriation of school discourse and the promotion of authorship.

Keywords: enunciative processes, teacher training, tales



Investigação Orientada por Argumentos no Ensino de Química de Nível Médio: uma proposta em cinética

Soledad Mureb Barbosa e Nilcimar dos Santos Souza

Este trabalho apresenta uma abordagem para as aulas de química em laboratório baseada na possibilidade de trabalhar a ciência em atividades experimentais mais significativas para os estudantes. O modelo instrucional permite que os estudantes criem seus próprios métodos para conduzir investigações e gerar e usar dados para responder questões investigativas, além de permitir que escrevam e sejam mais reflexivos enquanto investigam atividades experimentais. A presente pesquisa foi conduzida como uma experiência didática inspirada nesse modelo, em uma escola pública de ensino médio. A pesquisa foi realizada em turma de segundo ano e durou cerca de quatro horas. Os relatórios dos estudantes e o guia de revisão por pares serviram como dados para a análise da aplicação do modelo. Os resultados qualitativos e quantitativos indicaram que os estudantes foram capazes de conduzir os seus próprios experimentos e usar as evidências na forma de dados e observações empíricas para argumentar, de forma científica, sobre os conceitos envolvidos no estudo.

► argumentação, investigação científica, experimentação ◀

Recebido em 23/09/2020, aceito em 21/12/2020

74

Governos, pesquisadores e professores tratam frequentemente da necessidade de reestruturar o ensino médio (Avancini e Alvarez, 2016; Azevedo e Reis, 2013; Moehlecke, 2012), de maneira que o debate sobre a educação transita entre o domínio político, o científico, o acadêmico e o escolar (Agência Câmara, 2017; Agência Senado, 2017; Amorim, 2017; ISTOÉ, 2017; Portal Brasil, 2016; Serrão, 2016). Mais recentemente, a Lei nº 13.415/2017 alterou e reformulou a estrutura curricular do ensino médio, reorganizando o currículo de modo a contemplar cinco itinerários formativos. Essas e outras alterações introduzidas, sem o necessário debate com a sociedade, colocou a Química no novo bojo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Esse é mais um episódio da história da educação brasileira, marcada por uma sucessão de reformas de políticas públicas educacionais raramente democráticas, mas frequentemente imbuídas do discurso de busca da melhoria do processo de ensino e aprendizagem e da formação de professores. Por outro lado, diversas circunstâncias fazem prevalecer no

[...] as atividades experimentais se apresentam como uma importante estratégia didática, reunindo uma extensa gama de contribuições de experiências a esse respeito.

sistema educacional a tendência de aulas tradicionais.

No âmbito da Química, “para que as reformas no ensino de química sejam alcançadas, algumas mudanças devem ocorrer na prática cotidiana efetiva nas salas de aula, como no papel que o estudante

assume, na natureza do conteúdo, nas tarefas e avaliações e na organização social da sala” (Walker e Sampson, 2013a, p. 563, tradução nossa).

Nesse contexto, as atividades experimentais se apresentam como uma importante estratégia didática, reunindo uma extensa gama de contribuições de experiências a esse respeito. Segundo Oliveira (2010), as aulas experimentais podem apresentar uma riqueza de contribuições e possibilidades metodológicas, tais como: o aprendizado de conceitos científicos (Oliveira, 2010; Walker e Sampson, 2013a), o aprimoramento da capacidade de observação e registro de informações (Oliveira, 2010; Walker et al., 2011, Walker e Sampson, 2013a), a capacidade de analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos (Oliveira, 2010) e a possibilidade de detectar e corrigir erros conceituais que são expressos nas

explicações prévias ou posteriores ao experimento dos estudantes (Oliveira, 2010; Walker e Sampson, 2013b). Oliveira (2010) cita, ainda, contribuições relacionadas à preparação do estudante para a cidadania (Santos e Schnetzler, 2003), tais como o desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo (Oliveira, 2010; Walker et al., 2011); o desenvolvimento da iniciativa pessoal, a compreensão sobre a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação (Oliveira, 2010, Walker e Sampson, 2013a).

Além das atividades experimentais, o desenvolvimento de habilidades argumentativas em aulas de ciências é uma necessidade urgente apontada e defendida por vários pesquisadores (Driver *et al.*, 2000; Kuhn, 1993; Motokane, 2015; Sampson e Blanchard, 2012) e uma das competências gerais da mais recente reforma curricular da educação básica. Walker e Sampson (2013a) defendem a argumentação “como um recurso curricular chave, que pode ajudar os estudantes no desenvolvimento da alfabetização no contexto da ciência” (p. 561, tradução nossa). Mas o que seria essa argumentação? Segundo os mesmos autores, a argumentação se refere a uma forma de discurso lógico, cujo objetivo é investigar o relacionamento entre ideias e provas. Argumentação científica requer que os indivíduos analisem e avaliem dados para depois racionalizar o seu uso como evidência para uma proposição. O argumento científico, por outro lado, consiste de uma proposição apoiada por evidências e um raciocínio. O componente de evidência de um argumento refere-se aos dados que foram coletados e depois usados para apoiar a validade ou aceitabilidade da proposição. Esses dados podem tomar várias formas que variam de medições tradicionais a observações. No entanto, para que esse dado seja considerado uma evidência, ele precisa ser analisado e interpretado para mostrar (a) uma tendência ao longo do tempo, (b) uma diferença entre grupos ou objetos, ou (c) uma relação. O componente de raciocínio de um argumento científico explica não só porque a evidência apoia a proposição, mas também estabelece a validade ou relevância da evidência (Walker e Sampson, 2013a).

No contexto das ciências, a argumentação caracteriza-se como uma forma de comunicar conhecimentos e ideias. Para criar hipóteses, previsões, modelos, explicações para fenômenos naturais, os cientistas utilizam evidências experimentais com pressupostos teóricos. Ou seja, constroem argumentos para sustentar ou refutar afirmações, persuadindo a comunidade em favor de suas ideias (Scarpa, 2015). Pode-se afirmar que a linguagem científica é, por natureza, uma linguagem argumentativa (Duschl e Osborne, 2002; Erduran e Jiménez-Aleixandre, 2008; Sasseron, 2015).

Duschl (2008) aponta cinco potenciais contribuições da argumentação na sala de aula de ciências: acesso ao raciocínio cognitivo e metacognitivo, desenvolvimento da comunicação e do pensamento crítico, desenvolvimento da

alfabetização científica, participação em práticas de cultura científica e crescimento do raciocínio com emprego de critérios coerentes.

Nessa perspectiva, o modelo instrucional denominado *Argument-Driven Inquiry* (ADI) busca conciliar em uma estratégia didático-pedagógica a atividade experimental e a argumentação. Ele foi desenvolvido na Escola de Formação de Professores da Universidade Estadual da Flórida, no grupo de pesquisa do professor Victor Sampson. A ADI, aqui denominada de método de Investigação Orientada por Argumentos (IOA), é uma abordagem para o laboratório baseada em pesquisas sobre o aprendizado de ciências e sobre os contextos que podem tornar as atividades de laboratório mais significativas para os estudantes, uma vez que estimula o aprendizado da ciência enquanto se faz ciência. Os professores poderiam usá-la para ajudar os estudantes a desenvolver as habilidades de escrita argumentativa, no âmbito da ciência, ao mesmo tempo em que ensinam conceitos centrais da ciência (Sampson *et al.*, 2013). A pesquisa aqui apresentada foi inspirada nos trabalhos produzidos pelo referido grupo do professor Victor Sampson, tendo como propósito conduzir uma experiência didática em uma escola pública de ensino médio do município de Macaé, RJ.

No âmbito dos referenciais do método IOA, a presente pesquisa visa uma intervenção no ensino de química de nível médio, mobilizando conceitos de cinética e tendo como objetivo principal responder a seguinte questão de

investigação: em que medida as atividades experimentais realizadas com estudantes do ensino médio concebidas a partir do método IOA favorecem a prática da argumentação científica?

Referencial Teórico

As orientações teóricas que conduzem o desenvolvimento da presente pesquisa se situam no método IOA. Ele é baseado na teoria de aprendizagem do construtivismo social. Seu ponto central é a argumentação e o papel do argumento na construção social do conhecimento científico ao promover a investigação experimental empírica (Walker e Sampson, 2013a; Walker *et al.*, 2011; Walker *et al.*, 2012).

No método IOA o professor não segue um roteiro de prática experimental tradicional, prescritivo de tarefas (Walker *et al.*, 2011). Ele discute brevemente o tópico que está sendo investigado e apresenta a questão orientadora, evitando sistematizar procedimentos do experimento ou fornecer respostas prontas. É natural que, após iniciarem os procedimentos, os estudantes tendam a perguntar se suas ideias de como proceder com o experimento estão corretas. O professor deve aproveitar esse momento e ajudá-los a desenvolver uma boa investigação por meio de questões reflexivas, como, por exemplo, perguntar o que eles pretendem com aquilo

Argumentação científica requer que os indivíduos analisem e avaliem dados para depois racionalizar o seu uso como evidência para uma proposição. O argumento científico, por outro lado, consiste de uma proposição apoiada por evidências e um raciocínio.

ou porque estão fazendo daquela maneira. À medida que os estudantes realizam a investigação, o professor deve orientar e auxiliar sem que interfira no processo de investigação dos estudantes.

Aos estudantes, o método IOA permite que eles compartilhem e avaliem os argumentos uns com os outros, permite a coleta e análise de dados, além de possibilitar a melhoria da comunicação, das habilidades de escrita e de revisão, de compreensão da construção do conhecimento científico e da oportunidade de praticar experimentação laboratorial pessoalmente.

Sete passos foram projetados para integrar o aprendizado dos conceitos científicos com investigação, argumentação e escrita, de tal forma que pouca explicação explícita é necessária. Os estudantes ganham habilidades por meio do envolvimento nas investigações do laboratório, partindo do projeto de investigação, passando pela análise de dados, desenvolvimento do argumento, da argumentação oral e finalizando com um argumento escrito em forma de relatório (Walker e Sampson, 2013a).

Cada passo produz algum impacto na aprendizagem dos estudantes. Resultados de pesquisas mostraram que, em laboratórios que usam o método IOA, os estudantes têm melhores habilidades de raciocínio, atitude mais positiva sobre a ciência, maior criticidade na revisão por pares, capacidade de usar melhor as evidências científicas (Sampson *et al.*, 2010b) e de produzir argumentos escritos de melhor qualidade (Sampson *et al.*, 2010a).

O primeiro passo do método IOA é a *identificação da tarefa*, feita pelo professor. O objetivo desse passo é introduzir o tópico principal a ser estudado. Segundo Walker e Sampson, “os estudantes geralmente agem como se o principal objetivo de uma investigação no laboratório fosse o de seguir as instruções ou de chegar à resposta certa” (2013a, p. 565, tradução nossa). Por isso, é fundamental apresentar a investigação do laboratório como uma oportunidade para descobrir algo ou resolver algum problema, de maneira a alcançar investigativamente um conceito científico. Para facilitar esse objetivo, o professor deve criar um roteiro que inclua uma breve introdução, que ajude a chegar à solução do problema ou da tarefa que devem finalizar e uma questão investigativa para responder. O roteiro também deve incluir uma lista de materiais que os estudantes podem usar durante a investigação e algumas dicas ou sugestões para ajudá-los a começar a investigação.

O segundo passo do método IOA é a *elaboração de um método e a coleta de dados*. O professor divide a turma em pequenos grupos de três ou quatro estudantes para trabalharem de forma colaborativa a fim de desenvolver e implementar o seu próprio método, como, por exemplo, um experimento, uma observação sistemática, ou uma análise de um grande conjunto de dados. O objetivo desse passo

é proporcionar aos estudantes a oportunidade de aprender como desenvolver e executar investigações informativas, analisar dados, e aprender como lidar com as ambiguidades do trabalho empírico (Walker *et al.*, 2011; Walker *et al.*, 2012).

No terceiro passo, *desenvolvimento de uma tentativa de argumento ou argumento preliminar*, o professor pede para que os estudantes organizem seus pensamentos e as informações obtidas, em um quadro branco ou qualquer outro meio para que todos do grupo possam ver. Esse quadro deve conter as proposições, evidências e um raciocínio necessário para

que o argumento seja desenvolvido. A Figura 2 do Anexo A mostra um exemplo de como pode ser esse quadro. Walker e Sampson (2011) definem “proposições” como uma conclusão, suposição, explicação, declaração descritiva, ou uma resposta para a questão investigativa. As evidências do argumento podem ser de diversas formas, como, por exemplo, a observação da mudança da cor de uma solução, do pH ou da temperatura. Contudo, devem mostrar: (1) tendência ao longo do tempo; (2) diferença entre grupos ou objetos; ou (3) relação entre variáveis, para que possam validar a proposição. Os autores ainda definem que o raciocínio empregado para apresentar, explicar e validar as evidências fornecidas como evidências válidas são, também, componentes do argumento.

No quarto passo, a *sessão de argumentação*, os grupos compartilham seus argumentos com o intuito de determinar qual proposição é mais válida e aceitável. Um membro de cada grupo permanece na sua bancada, ou conjunto de mesas, se ocorrer em sala de aula, para compartilhar o argumento daquele grupo, enquanto os outros membros do grupo vão para outras bancadas para ouvir e contra-argumentar os argumentos dos outros grupos. Como consequência, os estudantes desenvolvem sua habilidade de comunicação e expressão.

O quinto passo é a *criação de um relatório investigativo*. Ele surge da admissão da escrita como um componente indispensável na investigação científica. Assim, cada estudante deve preparar um relatório investigativo, em casa, que consista de três seções, sendo que cada uma deverá fornecer uma resposta para uma das seguintes perguntas: (1) que pergunta você estava tentando responder e por quê?; (2) o que você fez durante a sua investigação e por que você conduziu sua investigação desta forma?; e (3) qual é o seu argumento? O relatório deve responder a essas perguntas em cerca de duas páginas. O professor deve encorajar os estudantes a organizar os dados obtidos em gráficos ou tabelas e mencioná-los no texto. Dessa forma, os estudantes aprendem a passar a informação de múltiplos modos. As três perguntas do relatório contemplam as mesmas informações de relatórios mais tradicionais, porém são projetadas para ajudar a compreender o conteúdo enquanto escreve e entender a importância do argumento na ciência (Walker e Sampson, 2013b).

Aos estudantes, o método IOA permite que eles compartilhem e avaliem os argumentos uns com os outros, permite a coleta e análise de dados, além de possibilitar a melhoria da comunicação, das habilidades de escrita e de revisão, de compreensão da construção do conhecimento científico e da oportunidade de praticar experimentação laboratorial pessoalmente.

O sexto passo é chamado de *revisão às cegas por pares*. Cada estudante deve entregar quatro cópias, sem identificação, do seu relatório para o professor. O professor os identifica apenas com um número e depois os distribui aleatoriamente pelos grupos. Cada grupo deve receber, por pessoa, um relatório e um guia com orientações para a revisão por pares. Mas o grupo deve revisar cada relatório como um time e decidir se precisa de melhorias ou se pode ser aceito daquela maneira. O guia de revisão por pares (Anexo B) contém critérios específicos que devem ser usados para revisar os relatórios e avaliar a qualidade dos mesmos sob diferentes aspectos, que servem para o grupo ajudar o autor a melhorar a qualidade do seu relatório, uma vez que o grupo indica o que pode ser melhorado. Além de uma avaliação direta de seu relatório, esse passo dá oportunidade de o estudante ler a escrita dos outros, proporcionando, dessa forma, exemplos de outras maneiras de apresentar a informação no texto (Walker e Sampson, 2013b).

O sétimo e último passo é a *revisão do relatório investigativo* feita individualmente e baseada no *feedback* do guia de revisão por pares. Os relatórios considerados pouco adequados pelos colegas devem ser reescritos para depois serem entregues ao professor. Os relatórios considerados adequados podem ser entregues diretamente para o professor. No entanto, Walker *et al.* (2011) afirmam que os estudantes normalmente preferem revisar os seus relatórios em vista do que leram e dos comentários que receberam dos companheiros antes de entregar. Finalmente, os relatórios revisados, os guias de revisão por pares e a versão original do relatório devem ser entregues ao professor para serem avaliados. Os relatórios também são avaliados pelo professor com uma rubrica de avaliação no mesmo guia de revisão preenchido pelos estudantes no passo anterior.

Percurso Metodológico

A experiência didática desenvolvida na presente pesquisa lança mão das orientações teóricas e metodológicas do método IOA para inspirar o desenvolvimento de uma sequência de atividades didáticas realizadas em uma escola municipal de ensino médio.

A pesquisa tem caráter quantitativo e qualitativo ou pesquisa do tipo *quanti-quali* (Ivenicki e Canen, 2016). O estudo se concretizou no âmbito do Estágio Supervisionado da autora da pesquisa, doravante denominada de instrutora, em uma turma de 35 estudantes do segundo ano do ensino médio, da escola municipal conveniada à universidade em que a aluna estava matriculada e que funciona nos moldes de um Colégio de Aplicação.

Segundo os estudos de Walker e Sampson (2013b), realizado em uma turma de laboratório de química geral

de uma graduação, uma investigação IOA dura de quatro a seis horas. É provável que as primeiras investigações sejam as que exijam mais tempo, uma vez que a turma ainda desconhece a metodologia e possivelmente seja a primeira vez que tem a oportunidade de desenvolver seu próprio método experimental. Na presente pesquisa dispôs-se de cerca de quatro horas para a investigação.

O conceito escolhido para trabalhar com os estudantes foi a cinética química. Assim, o roteiro foi baseado nesse conceito. O objetivo do experimento era que os estudantes conseguissem observar e compreender, por meio da prática, como a temperatura e a superfície de contato influenciam na velocidade da reação. Para tanto, a questão investigativa do roteiro era: *como mudanças na temperatura e na superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade da reação?* O roteiro (Anexo A) também continha uma introdução sobre o tema para ajudar os estudantes na solução do problema. O experimento realizado no laboratório da escola não exigia instrumentação específica e própria de laboratórios, mas buscava a redução de custos com utilização de materiais alternativos, e não envolveu uso de reagentes tóxicos.

Para realização do experimento, fornecemos aos estudantes água gelada, água em temperatura ambiente, água quente, cinco pastilhas efervescentes e cinco copos plásticos de 200 mL, além de todo o laboratório que estava à disposição dos estudantes, inclusive cronômetros. Esperava-se que eles realizassem dois exper-

imentos: para análise de como a temperatura do reagente afeta na velocidade da reação, desejava-se que os estudantes colocassem água gelada em um copo, água em temperatura ambiente em outro copo e água quente no terceiro copo e cronometrassem o tempo de decomposição da pastilha efervescente em cada temperatura.

A partir dessa observação, esperava-se que os estudantes reconhecessem que nas circunstâncias de decomposição do efervescente em temperatura mais baixa, a velocidade é menor. Desejava-se, também, que os estudantes reconhecessem que, com o aumento da temperatura, a velocidade da reação torna-se maior. Isso se deve a energia cinética média, tanto dos átomos quanto das moléculas, que aumenta à medida que eleva a temperatura e diminui à medida que reduz a temperatura. Quanto maior a energia cinética, maior a probabilidade dos átomos se chocarem, maior o número de colisões eficazes e maior a chance da reação acontecer mais rápido.

Com relação à superfície de contato, esperava-se que os estudantes triturassem uma pastilha efervescente, mantivessem outra inteira e cronometrassem o tempo de decomposição de cada uma em dois copos com temperaturas iguais. Por meio dessa observação, pretendia-se que os estudantes verificassem que a pastilha triturada se decompõe mais rapidamente que a pastilha inteira. Em nível molecular, tal

A experiência didática desenvolvida na presente pesquisa lança mão das orientações teóricas e metodológicas do método IOA para inspirar o desenvolvimento de uma sequência de atividades didáticas realizadas em uma escola municipal de ensino médio.

fato é explicado em razão de que quanto maior a superfície de contato, maior o número de colisões eficazes por unidade de tempo e, portanto, maior a velocidade da reação, uma vez que as colisões eficazes aumentam em comparação às colisões em uma superfície menor quando a pastilha está inteira.

Os 35 estudantes constituintes da turma foram divididos em seis grupos de cinco ou seis membros, separados por bancadas no laboratório da escola. Antes dos estudantes começarem os experimentos explicou-se o conceito de superfície de contato, tanto a nível macroscópico quanto submicroscópico. Para explicar o nível submicroscópico fez-se uma analogia com pequenas bolas imantadas que representavam as moléculas de um composto. Retomou-se o conceito de geometria favorável e por meio de questionamentos reflexivos os estudantes foram respondendo e construindo a concepção de superfície de contato.

No primeiro dia, o roteiro foi lido com os estudantes e logo após começaram a pensar nos métodos de como realizar os experimentos. Todas as dúvidas foram aproveitadas e respondidas com questões reflexivas que levavam os estudantes a pensar no que pretendiam com aquilo e se daquela forma conseguiriam chegar ao resultado esperado. Em nenhum momento foi dito como eles deveriam fazer o experimento. Os seis grupos conduziram suas atividades de forma a obter dados e resultados satisfatórios para a questão lançada pelo roteiro, porém de diferentes formas.

Durante o experimento os estudantes foram encorajados a preencher um quadro branco para organizar seus pensamentos e informações obtidas. Essa etapa durou duas aulas de 50 minutos e abrange os passos descritos anteriormente. Eles precisavam compreender que as evidências são as bases para qualquer conclusão científica. Por evidências, incluem-se observações e medidas para apresentar a validade da explicação, assim como dados numéricos (por exemplo, massa, tempo, temperatura) ou notas de observação (por exemplo, a cor mudou, desprende um gás, formou um precipitado), e por conclusão científica incluem-se todos os raciocínios de como a evidência sustenta a proposição e se a proposição é justificável ou não.

No dia seguinte, os estudantes fizeram um rodízio entre os grupos, sempre com um apresentador fixo em cada grupo para apresentar os seus resultados aos outros grupos. Nesse momento há uma interação muito grande entre os estudantes. Os estudantes socializaram as explicações dos grupos para toda a turma e avançaram na construção do conceito dos dois fatores que afetam a velocidade das reações. Assim que a sessão de argumentação terminou, pediu-se que os estudantes fizessem um relatório, individualmente, para a semana seguinte, e que não colocassem seus nomes. Encorajamos

os estudantes a colocarem tabelas e gráficos para ajudar na organização dos dados coletados. Essa é uma solicitação que favorece o letramento gráfico dos estudantes, algo escasso no contexto nacional das aulas de Química, conforme constataram Lima e Queiroz (2019).

Na semana seguinte, apenas 23 de 35 estudantes entregaram os relatórios baseados nas três seções indicadas no quinto passo do método IOA. Os relatórios foram recolhidos e receberam um código para sua identificação, de tal maneira que os estudantes não soubessem identificar o autor do relatório. A turma foi novamente separada em grupos e os relatórios foram entregues, junto com o guia de revisão por pares, de uma forma que os grupos não recebam o relatório de algum integrante do próprio grupo. Leu-se a folha de revisão com eles e, em equipe, cada grupo revisou, em média, quatro relatórios. Os estudantes

foram incentivados a fornecer opinião uns aos outros, com críticas ou elogios e a rever os seus relatórios à luz do que eles leram e do retorno que receberam de seus pares. Esse guia é o mesmo usado pela instrutora para avaliar os relatórios investigativos com sua rubrica de avaliação. Essa fase durou duas aulas de 50 minutos.

O guia de revisão por pares está organizado pelas três seções indicadas no quinto passo do método IOA, além de uma quarta seção sobre a qualidade da escrita, não analisada neste trabalho. Cada uma das seções continha de duas a cinco questões (Anexo B). Outro dado adicional é a avaliação feita pela instrutora dos relatórios finais, chamada de rubrica de avaliação. Ela foi desenvolvida por Walker e Sampson (2012) para analisar os relatórios investigativos. Os aspectos analisados são os mesmos do guia de revisão por pares da fase 6.

Resultados e Discussão

Os resultados foram elaborados a partir da análise dos 23 relatórios iniciais e finais dos estudantes e de suas respectivas avaliações pelos pares e pela instrutora. Esse número representa os estudantes que fizeram ambos os relatórios. O guia de revisão por pares possui uma escala com as classificações *sim*, *parcialmente* e *não*. Na rubrica da instrutora essa escala é numérica e varia de 0 a 3, de forma que o 0 significa *não foi observado* e o 3 significa que *todos os critérios foram observados*. O 1 e 2 equivalem a *parcialmente*. Para a análise de cada questão, em cada seção, foram organizados gráficos, de modo que se apresentem de forma comparativa as avaliações realizadas pelos estudantes, por meio do guia de revisão por pares, com as avaliações feitas pela instrutora, usando a rubrica de avaliação.

Eles precisavam compreender que as evidências são as bases para qualquer conclusão científica. Por evidências, incluem-se observações e medidas para apresentar a validade da explicação, assim como dados numéricos (por exemplo, massa, tempo, temperatura) ou notas de observação (por exemplo, a cor mudou, desprende um gás, formou um precipitado), e por conclusão científica incluem-se todos os raciocínios de como a evidência sustenta a proposição e se a proposição é justificável ou não.

Seção 1 – Como você executou a sua investigação e por quê?

A Figura 1 apresenta o total de ocorrências de cada classificação para cada uma das duas questões da seção 1 nos relatórios iniciais e finais.

Na Questão 1 (o autor descreveu o conceito que está sendo investigado e por que ele é útil ou necessário?) se considerou que, para que a instrutora avaliasse a introdução com *sim*, ela deveria conter: a informação essencial à compreensão do trabalho, ou seja, noções teóricas sobre o conceito do experimento, como uma breve explicação sobre os princípios de cinética química; exemplos ou informações que contassem sobre a importância de compreender os fatores que influenciam na velocidade das reações e os objetivos do experimento.

Na visão da instrutora, apenas um relatório final descreveu o conceito que estava sendo investigado, focalizando apenas nos objetivos da investigação. Apesar de 11 de 23 revisores terem feito observações acerca dessa questão no guia de revisão dos colegas, apenas quatro fizeram alterações nos seus relatórios finais. Os outros sete estudantes optaram por não modificar as suas introduções a partir da avaliação que receberam durante a revisão por pares.

Na Questão 2 (o autor descreveu o problema que teria que ser resolvido e deixou a questão orientadora ou os objetivos da investigação explícitos?) foi considerado que a inclusão da questão orientadora na introdução já assegurava a pontuação máxima na avaliação da instrutora. Como o roteiro do experimento exige que o estudante escreva que pergunta

ele estava tentando responder e por que, 20 de 23 estudantes receberam *sim* na avaliação da instrutora. Os três relatórios finais avaliados como parciais não apresentavam os objetivos de forma clara ou apresentavam a questão orientadora de forma incompleta, ou seja, não mencionavam algum dos dois fatores que deveriam ser investigados, mesmo tendo recebido essa avaliação dos colegas revisores.

Seção 2 - O que você estava tentando explicar e por quê?

A Figura 2 apresenta o total de ocorrências de cada classificação para cada uma das duas questões da seção 2 nos relatórios iniciais e finais.

Na Questão 1 (o autor descreveu o procedimento usado para realizar a investigação?) se considerou que, para demonstrar que o estudante sabe descrever o procedimento utilizado por ele para realizar a investigação, uma metodologia considerada adequada deveria descrever todos os procedimentos experimentais realizados no decorrer da investigação, ou seja, o planejamento de cada momento, de forma concreta, para coleta dos dados gerados sob aquelas circunstâncias. A metodologia deveria citar, também, os equipamentos, as quantidades e as técnicas utilizadas.

Na avaliação da instrutora, 11 de 23 estudantes descreveram detalhadamente a metodologia e conseguiram a pontuação máxima nos seus relatórios finais. Os resultados indicam que, talvez, esses estudantes não tinham ainda a capacidade de distinguir entre uma boa descrição e uma descrição parcial do procedimento, uma vez que na revisão por pares 22 de 23 estudantes consideraram as metodologias



Figura 1: Comparação entre as análises dos estudantes e da instrutora para cada questão da seção 1.



Figura 2: Comparação entre as análises dos estudantes e da instrutora para cada questão da seção 2.

dos colegas suficientes, os avaliando como *sim*, implicando, assim, na manutenção dos textos para os relatórios finais.

Na Questão 2 (o autor forneceu uma razão significativa para explicar por que o experimento foi feito dessa maneira?) se mostra que a maioria dos estudantes respondeu parcialmente essa questão nos seus relatórios finais. Consideram-se respostas parciais as que explicavam apenas um dos fenômenos ou ambos de uma forma superficial, incompleta e pouco detalhada.

Segundo a avaliação dos estudantes sobre o relatório inicial, dez deles tiveram respostas adequadas. No entanto, na análise dos relatórios finais, percebeu-se que os estudantes confundiam a explicação do por que o experimento ter sido feito daquela forma com o objetivo da investigação em si. Possivelmente, por se tratar de um experimento relativamente mais próximo de eventos corriqueiros da vida dos estudantes, como por exemplo, dissolver um achocolatado no leite, a explicação já estivesse mais perceptível para eles, principalmente no experimento do efeito da temperatura.

Observou-se que, na investigação da superfície de contato, os estudantes demoraram um pouco mais para começar o experimento. Eles precisaram refletir e pensar mais profundamente para criar as primeiras hipóteses sobre como propor o método dessa investigação. Como consequência desse processo de maior reflexão e organização dos pensamentos, os estudantes demonstraram maior facilidade no momento de explicar, na forma escrita, por que a investigação havia sido realizada daquela forma.

A Figura 3 apresenta o total de ocorrências de cada classificação para cada uma das cinco questões da seção 3 nos relatórios iniciais e finais.

Na Questão 1 (o autor desenvolveu uma explicação bem articulada que fornece uma resposta suficiente para a

questão da pesquisa?) se considerou apenas as conclusões macroscópicas dos estudantes com relação às respostas da questão orientadora da investigação.

A análise do gráfico mostra que, segundo avaliação da instrutora, 16 dos 23 relatórios finais descreviam e expressavam de forma clara e concisa suas conclusões sobre como as mudanças na temperatura e na superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade das reações. Esse resultado indica que 70% da turma foi capaz de desenvolver o próprio método científico, analisar os dados gerados e obter uma solução empírica para o problema. Além do desenvolvimento dessas habilidades cognitivas, esse processo deu a oportunidade para que os estudantes aprendessem de forma mais autônoma e responsável sobre o conceito científico em questão. As únicas críticas realizadas pelos estudantes em dois guias de revisão por pares foram consideradas e melhoradas no relatório final. A diferença na soma de avaliações consideradas adequadas pelos estudantes (doze) para a da instrutora (dezesseis) pode ser atribuída ao fato de os estudantes terem sido mais exigentes nessa correção e terem incluído, como requisito de uma resposta adequada, afirmações em nível molecular.

Na Questão 2 (o autor utiliza evidência original para apoiar a explicação e apresenta a evidência de maneira apropriada?) se considerou que, no experimento, eram evidências a alteração de cor, a liberação de gás e o tempo de decomposição da pastilha, que indicava o tempo da reação. Esta última era essencial para os fins dessa investigação: mesmo que os estudantes não escrevessem sobre as outras, se essa estivesse de forma correta, com diagrama/gráfico/tabela e unidades certas, já seria considerada suficiente para ajudar no argumento e era avaliada com um *sim*.

Segundo a avaliação dos estudantes sobre o relatório inicial, dez deles tiveram respostas adequadas. No entanto, na análise dos relatórios finais, percebeu-se que os estudantes confundiam a explicação do por que o experimento ter sido feito daquela forma com o objetivo da investigação em si.

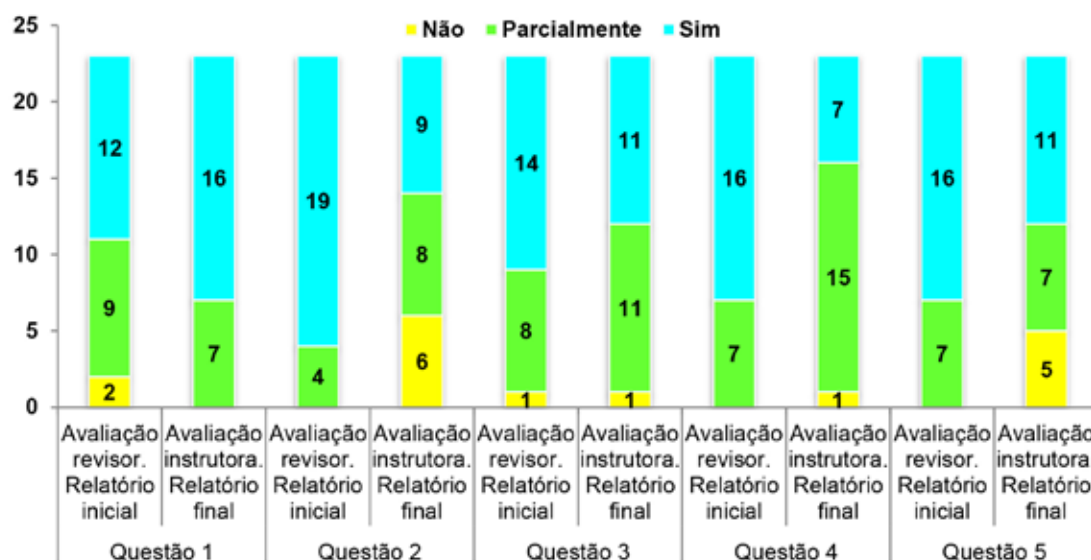


Figura 3: Comparação entre as análises dos estudantes e da instrutora para cada questão da seção 3.

Foram nove os relatórios finais que apresentaram os dados de forma clara e apropriada. Seis não apresentaram nenhum tipo de dado e oito relatórios apresentaram a evidência de forma parcialmente correta. Nos relatórios parcialmente corretos, os autores poderiam até ter apresentado dados suficientes para respaldar o argumento, mas não os apresentaram de forma clara, ou não incluíram diagramas, gráficos ou tabelas corretamente formatados, ou não usaram unidades corretas (Walker, 2011).

Na Questão 3 (o autor fornece evidência suficiente para apoiar a explicação e a evidência é válida e confiável?) se considerou que, para garantir um *sim*, o autor deveria fornecer base para todas as suas ideias usando dados válidos e confiáveis e usar todas as evidências suficientes para apoiar cada ideia (Walker, 2011). Ou seja, ele deveria escrever, para todos os testes realizados, que cronometrou o tempo de reação quando ela começou, e explicar como ele observou esse início ou o que fez para a reação começar, até o instante em que a reação terminou, quando a pastilha já estava totalmente decomposta.

O estudante deveria descrever quais variáveis continuavam iguais, temperatura ou superfície de contato. De 23 estudantes, 11 responderam de forma adequada nos seus relatórios finais. Nos 11 relatórios avaliados como *parciais* pela instrutora, os estudantes não tinham evidência suficiente para dar base ao argumento ou não souberam usá-las para dar respaldo às suas ideias. Não houve recomendação de ajustes nessa questão durante a revisão por pares.

Na Questão 4 (o raciocínio do autor é suficiente e apropriado?) se observou se o estudante explicou o porquê de a evidência ser incluída e qual evidência ajuda na explicação (Walker, 2011). O estudante deve justificar a resposta usando a evidência, uma vez que no “raciocínio científico os enunciados, conclusões, hipóteses ou teorias não constituem meras opiniões, mas devem estar sustentadas em provas, dados empíricos ou respaldo de natureza teórica” (Sasseron e Carvalho, 2011, p. 245).

No caso desse experimento, descrever que quanto maior a temperatura, mais rápida a reação, demonstrando com dados empíricos um menor tempo de reação para o copo de temperatura mais alta, um tempo pouco maior para o copo de temperatura ambiente e uma maior duração da reação para o copo com temperatura mais baixa, era suficiente. No caso da superfície de contato, o raciocínio deveria seguir a mesma lógica. A água deveria estar na mesma temperatura em todos os experimentos de superfície de contato para possibilitar a comparação dos dados.

A maioria da turma (15 de 23) foi avaliada pela instrutora como tendo atendido parcialmente, pois não utilizavam as evidências para justificar a resposta, apenas diziam que as “reações” aconteciam mais rapidamente de um jeito ou de

outro sem utilizar os dados para respaldar essas afirmações. Esse resultado é similar à pesquisa de Walker e Sampson (2013a), que disseram que os estudantes têm dificuldade em fornecer a base lógica, ou o que eles chamaram de raciocínio, para as determinadas partes de dados que eles escolheram usar como evidência em seus argumentos escritos. Contudo, “numerosos estudos em argumentação científica sugerem que essa habilidade não vem naturalmente para a maioria dos indivíduos, mas sim, é adquirida por meio da prática” (Osborne *et al.*, 2004, p.578, tradução nossa).

Na Questão 5 (a resposta do autor é consistente com o que a comunidade científica aceita e/ou com outros grupos do seu laboratório?) era observado se os resultados foram comparados de forma significativa com outros grupos ou com valores conhecidos pesquisados pelos estudantes, gerando, caso afirmativo, a avaliação *sim* da instrutora no relatório final. Conclusões claras e bem elaboradas, com informações a nível molecular, garantiram a pontuação máxima.

De 23 relatórios, onze foram além das suas observações macroscópicas e responderam com argumentos científicos, abordando questões como geometria favorável e colisão eficaz das moléculas, agitação molecular e energia suficiente para a reação ocorrer. Os sete relatórios considerados parcial-

mente satisfatórios pela instrutora explicavam apenas um dos fatores que alteram a velocidade da reação de forma submicroscópica. Por fim, cinco estudantes não fizeram nenhuma referência ao nível molecular nas suas conclusões. Entre os doze relatórios avaliados como parcial ou totalmente inadequados, nove foram sinalizados sobre a falta de explicações ao nível

molecular na revisão por pares. É altamente significativo que os estudantes identifiquem e avaliem essa deficiência nos relatórios dos colegas. Contudo, somente três estudantes consentiram e alteraram os seus relatórios finais a partir daquilo que foi apontado pelos colegas revisores nos relatórios iniciais.

Considerações finais

O presente estudo lançou mão do método IOA, que tem como objetivo promover a argumentação em aulas experimentais, baseando-se em pesquisas e recomendações atuais sobre como tornar as atividades de laboratório mais significativas para os estudantes.

Após uma atividade investigativa que se pautou na busca de soluções experimentais e teóricas para os problemas apresentados em uma aula no laboratório, os estudantes passaram por todos os sete passos do método IOA.

Observações realizadas durante o estudo e análises posteriores permitiram responder nossa questão de pesquisa, indicando que os estudantes se destacaram em vários aspectos e mostraram capacidade de propor hipóteses para

A maioria da turma (15 de 23) foi avaliada pela instrutora como tendo atendido parcialmente, pois não utilizavam as evidências para justificar a resposta, apenas diziam que as “reações” aconteciam mais rapidamente de um jeito ou de outro sem utilizar os dados para respaldar essas afirmações.

o problema em questão, de analisar os dados gerados, de aprender os conceitos científicos, de detectar e corrigir erros conceituais que foram expressos nas explicações dos outros estudantes, tanto no momento da sessão de argumentação quanto na fase da revisão por pares.

Mesmo os estudantes geralmente mais dispersos e desinteressados participaram de forma mais ativa e equilibrada com o restante da turma. Além disso, a análise dos relatórios, na perspectiva da argumentação, revelou que os estudantes melhoraram os seus relatórios como resultado do processo de revisão por pares.

Os estudantes também incorporaram elementos do

discurso científico em suas respostas e elaboraram explicações teóricas para os experimentos realizados, afastando os estudantes dos métodos mais tradicionais de ensino e os aproximando da argumentação característica da linguagem científica e dos processos de sua construção.

Soledad Mureb Barbosa (sole_mureb@hotmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, RJ – BR. **Nilcimar dos Santos Souza** (nilcimars@yahoo.com.br), doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo. Licenciado em Química pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. É docente adjunto na Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, RJ – BR.

Referências

AGÊNCIA CÂMARA NOTÍCIAS. *Sancionada lei do novo ensino médio*. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/EDUCACAO-E-CULTURA/523264-SANCIONADA-LEI-DO-NOVO-ENSINO-MEDIO.html>, acesso set. 2020.

AGÊNCIA SENADO. *Novo ensino médio pode abrir a pauta de 2017 no Plenário*. Disponível em: <http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2017/01/26/novo-ensino-medio-pode-abrir-a-pauta-de-2017-no-plenario>, acesso set. 2020.

AMORIM, F. *Temer sanciona lei para novo ensino médio: 100% de aprovação*. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/politica/ultimas-noticias/2017/02/16/temer-sanciona-lei-para-novo-ensino-medio-100-de-aprovacao.htm>, acesso set. 2020.

AVANCINI, M. e ALVAREZ, L. *Quais os desafios para a reforma do ensino médio?* Disponível em: <http://www.revistaeducacao.com.br/quais-os-desafios-para-a-reforma-do-ensino-medio>, acesso set. 2020.

AZEVEDO, J. C. e REIS, J. T. *Reestruturação do ensino médio: pressupostos teóricos e desafios da prática*. São Paulo: Fundação Santillana, 2013.

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. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, v. 32, p. 268-291, 2008.

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

ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008.

ISTOÉ. *Lei do Novo Ensino Médio é publicada no Diário Oficial*. Disponível em: <http://istoe.com.br/lei-do-novo-ensino-medio-e-publicada-no-diario-oficial>, acesso set. 2020.

IVENICKI, A. e CANEN, A. *Metodologia da pesquisa: rompendo fronteiras curriculares*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2016.

LIMA, M. S. e QUEIROZ, S. L. Letramento Gráfico: Perspectivas Presentes nos PCNEM e Ações no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 41, n. 3, p. 300-313, 2019.

MOEHLECKE, S. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas inquietações. *Revista Brasileira de Educação*, v. 17, n. 49, p. 39-58, 2012.

OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

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.

SAMPSON, V.; ENDERLE, P.; GROOMS, J. e WITTE, S. Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, v. 97, n. 5, p. 643-670, 2013.

SAMPSON, V. e BLANCHARD, M. R. Science teachers and scientific argumentation: trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 49, n. 9, p. 1122-1148, 2012.

SAMPSON, V.; GROOMS, J. e WALKER, J. ADI as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. *Science Education*, v. 95, n. 2, p. 217-257, 2010a.

SAMPSON, V.; WALKER, J.; DIAL, K. e SWANSON, J. Learning to write in undergraduate chemistry: The impact of argument-driven inquiry. In: *ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE NATIONAL ASSOCIATION OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING (NARST)*. Atas..., 2010b.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 3, p.243-262, 2011.

SCARPA, D. L. O papel da argumentação no ensino de ciências: lições de um workshop. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, p. 15-30, 2015.

SERRÃO, P. *Entenda o que diz a proposta de Reforma do Ensino Médio*, 2016. Disponível em: <http://www.etc.com.br/educacao/2016/10/entenda-reforma-do-ensino-medio>, acesso set. 2020.

WALKER, J. P. e SAMPSON, V. Learning to argue and arguing to learn: Argument-Driven Inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage

in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 50, n. 5, p. 561-596, 2013a.

WALKER, J. P. e SAMPSON, V. Argument-Driven Inquiry: using the laboratory to improve undergraduates' science writing skills through meaningful science writing, peer-review, and revision. *Journal of Chemical Education*, v. 90, p. 1269-1274, 2013b.

WALKER, J. P.; SAMPSON, V.; GROOMS, J; ANDERSON,

B. e ZIMMERMAN, C. O. Argument-Driven Inquiry in undergraduate chemistry labs: the impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of College Science Teaching*, v. 41, n. 4, p. 74-81, 2012.

WALKER, J. P.; SAMPSON, V. e ZIMMERMAN, C. O. Argument-Driven Inquiry: an introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, v. 88, p. 1048-1056, 2011.

Abstract: *Argument-driven inquiry in the teaching of middle-level chemistry: a proposal in kinetics.* This work presents an approach for laboratory chemical classes based on current recommendations and research about how teaching science in lab activities can be more significant for students. The instructional model provides students an opportunity to create their own methods, to carry out investigations, generate data, use data to answer research questions, write a report, and be more reflective while working. In this work, a teaching experience inspired by this model was conducted in a public high school. This investigation was performed in chemistry classes (11th grade) and it took four hours to complete all the steps. Students's reports and the peer review guide, provided by the application of the method, were used as data for this work. Qualitative and quantitative analysis indicate that the students were able to carry out their own experiments and use data to argument, in a scientific way, about the content of the subject.

Keywords: Argumentation, Scientific Investigation, Experimentation.

ANEXO A

Roteiro experimental

Velocidade de reação: Como mudanças na temperatura e na superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade da reação?

Introdução. A teoria cinética molecular sugere que toda a matéria é constituída por partículas submicroscópicas chamadas átomos que estão em movimento constante. Esses átomos podem ser ligados para formar moléculas. Os átomos têm energia cinética porque eles se movem e vibram. A energia cinética média, tanto dos átomos quanto das moléculas, aumenta e diminui à medida que muda a temperatura.

A velocidade de reação mede a rapidez com que os reagentes se transformam em produtos. A concentração das moléculas do reagente e das moléculas do produto mudará durante o processo de reação. A velocidade de uma reação pode, portanto, ser calculada medindo como a concentração dos reagentes diminui ou como a concentração dos produtos aumenta como uma função de tempo. A velocidade de uma reação também pode ser medida cronometrando quanto tempo leva para que um produto apareça ou para que um reagente desapareça logo que a reação começa.

A velocidade das reações químicas é estudada pela Cinética Química. Esse estudo é importante porque é possível

encontrar meios de controlar o tempo de desenvolvimento das reações, tornando-as mais lentas ou mais rápidas, conforme a necessidade. Por exemplo, um processo de formação de ferrugem pode ser adiado caso seja aplicado algum reagente no local esporadicamente.

Além do mais, é importante entender como e por que diferentes fatores afetam a velocidade de uma reação química para que se possa produzir uma variedade de produtos de forma segura e econômica. Por isso, vocês irão explorar dois fatores que afetam a velocidade de uma reação específica e, em seguida, desenvolver um modelo conceitual que vocês possam usar para explicar suas observações.

Sua tarefa. Determinar como a temperatura e a superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade da reação da água com a pastilha efervescente. Depois desenvolver um modelo conceitual que possa ser usado para explicar porque esses fatores influenciam a velocidade da reação. O modelo também deve incluir uma explicação sobre o que está acontecendo no nível submicroscópico entre e dentro das moléculas durante uma reação. A Teoria Cinética Molecular deve servir como base teórica para o seu modelo.

Questão orientadora: Como mudanças na temperatura e na superfície de contato dos reagentes afetam a velocidade da reação?

Materiais. Vocês podem usar qualquer um dos seguintes materiais:

Pastilha efervescente	Água aquecida	5 béqueres de 250 mL
Água em temperatura ambiente	Água gelada	ou 5 copos de plástico de 200 mL

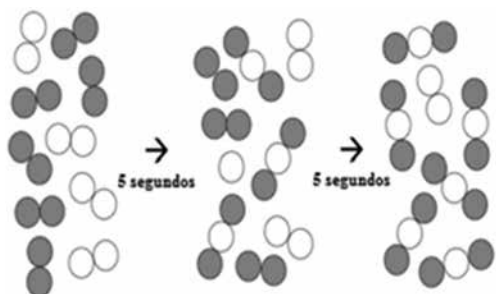


Figura 1: Modelo do que acontece durante uma reação química

Precauções de segurança. Siga todas as regras normais de segurança e as seguintes precauções:

- Use óculos de proteção, luvas resistentes e jaleco enquanto estiver no laboratório.
- Manuseie todas as vidrarias com cuidado.

- Lave suas mãos com sabonete e água antes de sair do laboratório.

Começando. Para desenvolver o seu modelo o primeiro passo é executar dois experimentos. O objetivo do primeiro experimento é determinar como a temperatura do reagente afeta a velocidade da reação. E o objetivo do segundo experimento é determinar como a superfície de contato afeta a velocidade da reação.

Vocês podem medir a velocidade de reação cronometrando o tempo que leva para a reação acontecer. Para conduzir esses experimentos vocês terão que decidir que tipo de dados irão coletar.

Para determinar que tipo de dados vocês precisam coletar, pensem sobre as seguintes questões:

- Como vocês saberão quando a reação começa e quando termina?
- Que tipo de medições ou observações vocês vão precisar fazer durante a sua investigação?
- Quando vocês vão precisar fazer essas medições e observações?

Para determinar como vocês vão coletar seus dados, pensem sobre as seguintes questões:

- Quantas pastilhas efervescentes vocês vão usar em cada teste?
- Quantos testes precisarão fazer?
- Que tipos de comparações vocês precisam fazer?
- O que vocês vão fazer para reduzir o erro de medição?
- Como vão analisar os dados coletados e organizá-los?

A fim de determinar como vocês vão analisar os dados, pensem sobre as seguintes questões:

- Que tipo de cálculos vocês poderiam fazer?
- Que tipo de gráfico vocês poderiam criar para ajudar a analisar os dados?

A questão orientadora:	
Nossa proposição:	
Nossas evidências:	Nossa justificativa das evidências:

Figura 2: Exemplo de quadro branco. Fonte (acessada em 2020): <http://www.argumentdriveninquiry.com>

Argumento Inicial. Assim que o seu grupo tenha terminado de coletar e analisar os dados, vocês irão desenvolver um argumento inicial. O argumento deve incluir uma proposição/conclusão. A proposição/conclusão é a resposta para a questão orientadora. O argumento também deve conter evidências que apoiem a conclusão. A evidência é a análise dos dados de vocês e a interpretação do que a análise significa. Finalmente, vocês devem incluir uma justificativa da evidência no argumento. Será, portanto, necessário utilizar

um conceito científico ou princípio para explicar por que a evidência que vocês decidiram usar é relevante e importante. Vocês vão criar o argumento inicial em um quadro branco. O quadro deve incluir todas as informações mostradas na figura 2 ao lado.

Sessão de Argumentação. A sessão de argumentação permite que todos os grupos dividam seus argumentos. Um membro de cada grupo vai continuar na sua mesa para compartilhar o argumento daquele grupo, enquanto os outros membros do grupo vão para outras mesas para ouvir e criticar os argumentos dos outros. Vocês terão que avaliar o conteúdo da conclusão, a qualidade das evidências usadas para apoiar a conclusão e a força da justificativa das provas incluídas em cada argumento que vocês veem. Para criticar um argumento, vocês podem precisar de mais informações do que o que está incluso no quadro branco. Vocês podem, portanto, sentir a necessidade de questionar o apresentador em uma ou mais perguntas, tais como:

- Como o seu grupo coletou os dados? Por que vocês usaram esse método?
- O que o seu grupo fez para ter certeza de que os dados coletados são confiáveis?
- O que o seu grupo fez para analisar os dados, e por que vocês decidiram fazer dessa forma?
- Essa é a única maneira de interpretar os resultados da análise do seu grupo? Como você sabe que a sua interpretação da análise é apropriada?
- Por que o seu grupo decidiu apresentar as evidências dessa maneira?
- Que outras afirmações/conclusões o seu grupo discutiu antes de decidir sobre essa? Por que vocês abandonaram essas ideias alternativas?
- Quão confiante você está de que a conclusão do seu grupo é válida? O que você poderia fazer para aumentar a sua confiança?

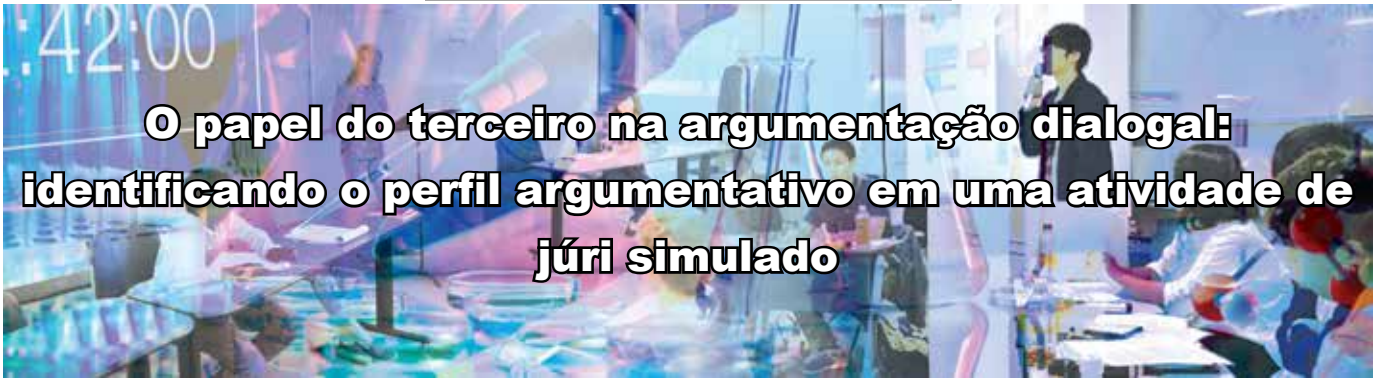
Assim que a sessão de argumentação estiver completa, você terá a chance de se reunir com o seu grupo e revisar o seu argumento original. O seu grupo pode precisar juntar mais dados ou desenvolver uma ou mais conclusões alternativas como parte desse processo. Lembre-se, o seu objetivo nesse estágio da investigação é desenvolver a resposta mais válida ou aceitável para a questão da pesquisa.

Relatório. Assim que você terminar a sua pesquisa, você terá que preparar um **relatório investigativo** que consiste de três seções. Cada seção deverá fornecer uma resposta para as seguintes perguntas:

1. Que pergunta você estava tentando responder e por quê?
2. O que você fez durante a sua investigação e por que você conduziu sua investigação desta forma?
3. Qual é o seu argumento científico?

Seu relatório deve responder a essas perguntas em duas páginas ou menos. Esse relatório deve ser digitado e quaisquer diagramas, figuras ou tabelas devem ser incorporadas no documento. Certifique-se de escrever em um estilo persuasivo; você está tentando convencer os outros de que a sua proposição é aceitável ou válida!

Guia de Revisão por Pares do Relatório de Investigação do Método IOA e Rubrica de Avaliação				
Relatório do/da: _____ Autor: Os revisores fizeram um bom trabalho? 0 1 2 3 4 5 Número ID Avalie a qualidade geral da revisão				
Seção 1: O que você estava tentando explicar e por quê?	Avaliação do Revisor			Pontuação do instrutor
1. O autor descreveu o conceito que está sendo investigado e por que ele é útil ou necessário?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
2. O autor descreveu o problema que teria que ser resolvido e deixou a questão orientadora/ou os objetivos da investigação explícitos?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
Seção 2: Como você executou sua investigação e por quê?	Avaliação do Revisor			Pontuação do instrutor
1. O autor descreveu o procedimento usado para realizar a investigação?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
2. O autor forneceu uma razão significativa para explicar por que o experimento foi feito dessa maneira?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
Seção 3: O argumento	Avaliação do Revisor			Pontuação do instrutor
1. O autor fez uma explicação bem articulada que fornece uma resposta suficiente para a questão de pesquisa?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
2. O autor utiliza evidência original para apoiar a explicação e apresenta a evidência de uma maneira apropriada?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
3. O autor fornece evidência suficiente para apoiar a explicação e a evidência é válida e confiável ?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
4. O raciocínio do autor é suficiente e apropriado ?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
5. A resposta do autor é consistente com o que a comunidade científica aceita e/ou com outros grupos do seu laboratório?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
Seção 4: A escrita	Avaliação do Revisor			Pontuação do instrutor
<i>Organização e fluência de sentença.</i> A escrita tem um senso de propósito e estrutura. O autor criou um senso de ritmo com as frases e um fluxo que é agradável para o leitor?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
<i>Escolha de palavras.</i> O autor usou palavras adequadas para expressar suas ideias?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
<i>Convenções.</i> O autor usou gramática, ortografia, pontuação, parágrafos e capitalização adequados?	O Não	O Parcialmente	O Sim	0 1 2 3
Revisores: Se o seu grupo marcou algum "Não" ou "Parcialmente", por favor, explique como o autor poderia melhorar esta parte do seu relatório.	Autor: Quais revisões você fez no seu relatório? Existe algo que você decidiu manter como estava, embora os revisores tenham sugerido diferente? Certifique-se de explicar por quê.			



O papel do terceiro na argumentação dialogal: identificando o perfil argumentativo em uma atividade de júri simulado

Lóany G. da Silva e Welington Francisco

No modelo de argumentação dialogal, o terceiro é responsável por transformar os discursos contraditórios em um questionamento, podendo assumir diferentes perfis. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo identificar o perfil e as características do discurso de uma professora (terceiro), durante uma atividade de um júri simulado realizada em uma disciplina de Química Orgânica. Utilizando-se da pesquisa qualitativa, os dados foram obtidos a partir da gravação do júri, que teve a participação de seis estudantes. Após a transcrição, os dados foram interpretados com base em um modelo de análise que correlaciona as ações verbais realizadas com as interações discursivas feitas pela professora. Os resultados mostram um perfil variável do terceiro, ora identificando a posição dos discursos, ora mantendo a dúvida durante a argumentação. Ademais, as estratégias discursivas e ações verbais do terceiro (professora) dificultaram o desenvolvimento da argumentação em determinados momentos da atividade.

► argumentação dialogal, ação verbal, interação discursiva ◀

Recebido em, 17/09/2020, aceito em 29/12/2020

86

A importância das pesquisas em argumentação tem sido constantemente reconhecida pela área de Ensino de Ciências, pois possibilita o desenvolvimento do raciocínio, do pensamento crítico e da compreensão sobre a natureza e os conhecimentos da ciência em sala de aula (Sá e Queiroz, 2007; Scarpa, 2015). Atividades de ensino que incentivam os/as estudantes a argumentarem dão a oportunidade de reflexão sobre a apropriação e as limitações dos conhecimentos que são (ou estão sendo) construídos em sala de aula (Leitão, 2011).

Além disso, as atividades que favorecem a argumentação podem propiciar a formação de jovens pensadores-críticos, com a capacidade de utilizar seus pensamentos. Ao fazerem isso, também discutem sobre problemas e sugerem soluções tanto no ambiente escolar como em seu dia a dia (Bianchini, 2011).

O interesse pelas relações entre argumento e processos de construção de conhecimento tem gerado estudos que buscam: (i) compreender o papel que a argumentação desempenha

em processos educativos; e (ii) identificar a potencialidade de sua implantação em situações de ensino e aprendizagem (Leitão, 2011).

Reginaldo (2012) salienta que atividades de investigação são possíveis cenários para se desenvolver a argumentação, porque podem proporcionar um repertório de ideias que auxiliam na elaboração de argumentos de maneira mais natural aos estudantes. Outra estratégia de atividade é fomentar o debate em sala de aula, criando um ambiente para que os/as alunos/as pratiquem e aprendam a argumentar, ou melhor, que se tornem capazes de reconhecer

afirmações sendo estas contraditórias ou não.

Frente à importância da argumentação no Ensino de Ciências, este trabalho teve como objetivo identificar o perfil e as características do discurso de uma professora que atuou como jurada (exercendo um papel de terceiro no modelo dialogal de argumentação), durante uma atividade de júri simulado a partir de um caso investigativo.

Frente à importância da argumentação no Ensino de Ciências, este trabalho teve como objetivo identificar o perfil e as características do discurso de uma professora que atuou como jurada (exercendo um papel de terceiro no modelo dialogal de argumentação), durante uma atividade de júri simulado a partir de um caso investigativo.

Argumentação dialogal: a função do terceiro

De acordo com Chiaro e Leitão (2005, p. 350), a argumentação é discutida como “atividade social e discursiva que se realiza pela justificação de pontos de vista e consideração de perspectivas contrárias”. Portanto, o intuito é promover mudanças nas concepções/representações dos partícipes sobre o tema discutido.

A argumentação é vista como um processo dialógico e primordial para a co-construção de concepções mais significativas de conceitos discutidos em sala de aula (Ortega *et al.*, 2015). A vertente dialogal da teoria da argumentação assume o foco da negociação, porquanto o diálogo envolve a consideração de pontos de vista, sendo um processo contínuo e dinâmico de negociação no decorrer de argumentos e contra-argumentos sobre um determinado assunto (Plantin, 2008).

No modelo dialogal, a argumentação é definida como uma atividade linguística desenvolvida em uma situação argumentativa, em função de três papéis argumentativos: Proponente, Oponente e Terceiro (Plantin, 2008). O proponente é aquele que manifesta uma opinião inicial sobre o assunto, produzindo o primeiro enunciado que geralmente é a opinião dominante. O oponente é identificado como aquele que se opõe ao primeiro enunciado, ou seja, o discurso do proponente. E o terceiro é aquele que não se identifica com nenhum dos dois discursos, transformando a dúvida/oposição aos dois papéis argumentativos em um questionamento.

O terceiro pode assumir alguns papéis durante o diálogo/debate. Pode atuar como aquele que apresenta o discurso da dúvida ou do questionamento, realizando perguntas durante a interação. Pode atuar como o indivíduo com potencial de julgar a pertinência das argumentações, e pode ser o apático e/ou indeciso durante o processo, denominado de cético radical (Plantin, 2008). Ademais, o mesmo autor afirma que a situação de argumentação só pode ser considerada conflitual quando os atores se identificam com os papéis argumentativos.

Para Chiaro e Leitão (2005), a argumentação deve se sustentar com temas que são discutíveis. Essa discutibilidade é gerada pelo uso de ações verbais específicas que são descritas em três diferentes planos: pragmático, argumentativo e epistêmico (Leitão, 2000). As ações verbais podem criar condições para fomentar a argumentação (plano pragmático); podem sustentar e expandir a argumentação (plano argumentativo); e podem validar o conhecimento construído durante a argumentação (plano epistêmico).

Assim, entendemos que o perfil do terceiro depende de como ele/a desenvolve suas ações verbais. Se em seu discurso prevalecem as dúvidas e questionamentos, convidar-se-ão os proponentes e oponentes para iniciar a argumentação. Se seus enunciados buscam manter a argumentação dialogal

entre os partícipes, o terceiro estará julgando e avaliando os argumentos. Contudo, se for o cético radical, sua atuação estará considerando argumentos válidos tanto do proponente quanto do oponente durante a situação argumentativa. Isto é, transitar-se-á entre os planos pragmático, argumentativo e epistêmico.

Dessa forma, o terceiro também pode ser visto como um mediador da aprendizagem. Segundo Bachelard (1996, p.17), “é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, em uma espécie de imperativo funcional, lentsidões e conflitos”. Ou seja, através dos discursos do proponente e do oponente, o terceiro pode identificar os obstáculos epis-

temológicos durante a construção do conhecimento científico, porque além de provocar o conflito argumentativo, estará julgando, avaliando e validando os enunciados científicos produzidos, “a fim de poder se pronunciar com todo o conhecimento de causa” (Plantin, 2008, p. 78).

Alguns autores destacam que os obstáculos epistemológicos devem ser abordados como uma concepção que resiste a mudanças, e não como uma dificuldade ou falta de conhecimento (Brousseau, 2002; Galli e Minard, 2011; Terra *et al.*, 2014). Para se entender certos processos de aprendizagem, a noção de obstáculo é uma forma favorável de análise e a sua superação pode levar a um novo saber. Por isso, o terceiro pode conduzir a essa superação durante suas ações, uma vez que, ao considerar todos os argumentos, é possível identificar dentro do plano epistêmico o(s) momento(s) em que os conceitos científicos estão se tornando um obstáculo. Porém, não é uma regra certa.

A argumentação científica pode ser entendida como um processo social de justificativas por meio da coordenação de dados e teorias científicas, tendo seu aspecto central na avaliação do conhecimento (Mendonça e Justi, 2013). Dessa forma, a habilidade de argumentar pode auxiliar os/as estudantes na compreensão não só de como a ciência é construída, mas também na prática da linguagem científica (Orofino e Trivelato, 2015).

Ramos, Silva e Lira (2017) afirmam que, ao empregar situações de argumentação para promover o ensino de Ciências/Química em sala de aula, a contribuição se dá na construção de um ensino que ultrapassa a assimilação e a reprodução de conceitos de forma mecânica. Promover debates e discussões em pequenos grupos se faz eficaz não só para alcançar a co-construção de coletivo ou concepções mais significativas, mas também para auxiliar a construção de significado dos conceitos de forma consciente para além da sala de aula (Ortega, Alzate e Barballo, 2015).

É por isso que julgamos pertinente analisar o papel do terceiro em atividades argumentativas que adotem o modelo de argumentação dialogal. Identificar o perfil, juntamente com as ações verbais realizadas, permite analisar se a atuação do terceiro fomenta a produção de argumentos, estimula o

No modelo dialogal, a argumentação é definida como uma atividade linguística desenvolvida em uma situação argumentativa, em função de três papéis argumentativos: Proponente, Oponente e Terceiro (Plantin, 2008).

debate entre as partes e propicia o avanço na compreensão dos conhecimentos científicos.

Metodologia

Trata-se de uma pesquisa qualitativa em que se registrou a atividade de argumentação dialogal, produzindo dados para transformá-los em asserções interpretativas.

Dentro dessa perspectiva, foi desenvolvido um conjunto de atividades que se iniciou com um caso investigativo sobre uma possível fraude de resultados entre dois grupos de pesquisa sobre uma síntese orgânica (Silva, 2019; Silva e Francisco, 2020). O caso foi estruturado sob o formato de debate íntimo (Herreid e Rei, 2007).

Tomando como base as informações do caso, foi debatido em sala de aula (8 aulas consecutivas de 50 minutos) o tema reações de substituição e eliminação nucleofílica. Esse assunto estava previsto na ementa da disciplina de Reatividade de Compostos Orgânicos, do curso de Química Ambiental oferecida na Universidade Federal do Tocantins – Campus de Gurupi. Ao final, os/as estudantes deveriam entregar a resolução do caso por escrito.

Nas duas últimas aulas, foi realizado um júri simulado. Os dados foram obtidos a partir da gravação em áudio do júri simulado (total de uma hora, trinta e oito minutos e vinte segundos, 1h38min20s). Após a transcrição na íntegra, os dados foram divididos em quatro episódios que consistem nas quatro etapas realizadas durante a atividade do júri, a saber: (i) considerações iniciais dos grupos Doravante e GRUSO; (ii) perguntas do grupo GRUSO ao grupo Doravante; (iii) perguntas do grupo Doravante ao grupo GRUSO; (iv) perguntas da jurada. Para este trabalho foi selecionada a etapa da participação da professora convidada como jurada (função de terceiro), que teve duração de sete minutos e dez segundos (7min10s).

Além da professora (*Jrd*), participaram do júri seis estudantes que estavam divididos igualmente em dois grupos (GRUSO e Doravante), com base na resolução escrita do caso, entregue previamente. Para identificação dos/as estudantes, foram aqui denominados de G_{Adv} (papel do advogado do GRUSO), G_{T1} e G_{T2} (papéis de testemunhas do Gruso); D_{Adv} (papel do advogado do Doravante), D_{T1} e D_{T2} (papéis de testemunhas do Doravante).

Para a interpretação dos dados, foi utilizado o modelo de análise criado por Silva (2019), apresentado na Figura 1. Esse modelo foi elaborado com base nos referenciais de Chiaro e Leitão (2005) e Leitão (2011) – que fundamentam o reconhecimento das ações verbais favoráveis a argumentação – e nas ideias de interações discursivas como ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2002) e aperfeiçoada pelos trabalhos de Silva e Mortimer (2010 e 2011).

Esse modelo correlaciona as ações verbais em três planos às estratégias enunciativas realizadas durante a atividade.

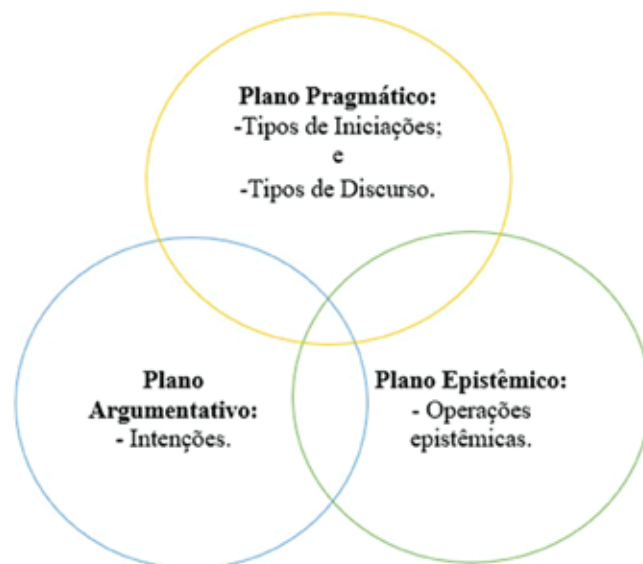


Figura 1: Modelo de análise utilizado.

Nessa perspectiva, o plano pragmático se relaciona com as estratégias enunciativas em tipos de iniciações, ou seja, com a forma de questionamento; e tipos de discursos.

Silva e Mortimer (2010) explicam que as iniciações podem ser de escolha (demandam concordância ou não), de produto (requerem uma informação factual), processo (recorrem à expressão de opinião) e metaprocessos (exigem a formulação e explicitação de pensamentos). Para cada tipo de iniciação, há automaticamente quatro tipos de respostas, sendo que as iniciações de processo e metaprocessos são as que mais criam condições para fomentar a argumentação (plano pragmático) porque exigem mais nível cognitivo dos/as estudantes.

Já os tipos de discursos incluem seis categorias: discurso de conteúdo (assunto científico), procedimental (voltado para ins-

truções), de agenda (com foco em direcionar os/as estudantes a algo), de gestão e manejo (relacionado a manter o rumo da atividade), de experiência (intervenções procedimentais) ou conteúdo escrito (informações registradas no quadro).

O plano argumentativo mantém correlação com as estratégias enunciativas de intenções, cuja função corresponde “a metas que se encontram presentes no momento da elaboração do seu roteiro e seleção de atividades que serão propostas aos seus alunos” (Silva e Mortimer, 2010, p. 132) e que surgem no fluxo de interações. Esse plano é o que sustenta e expande a argumentação, sendo o momento em que o/a professor/a (neste artigo, a jurada) precisa manter a interação com os sujeitos de várias formas para conduzir a argumentação e a produção de enunciados.

As categorias dessas estratégias se baseiam em criar um problema, explorar a visão dos estudantes, introduzir e desenvolver a história científica, guiar os estudantes na expansão dos enunciados científicos, guiar os estudantes

Além da professora (*Jrd*), participaram do júri seis estudantes que estavam divididos igualmente em dois grupos (GRUSO e Doravante), com base na resolução escrita do caso, entregue previamente.

na aplicação e expansão das ideias científicas e manter a narrativa (Mortimer e Scott, 2002).

Por fim, temos o plano epistêmico que se associa com as ações que mobilizam o conhecimento durante a argumentação, ou seja, o direcionamento dos conceitos presentes no assunto debatido. A partir desse plano é possível analisar a apropriação conceitual dos/das estudantes durante o discurso ao correlacionar com as operações epistêmicas, cuja função é entender o “movimento pelo qual o conhecimento é trabalhado ao longo das interações até adquirir um acabamento final e constituir um enunciado” (Silva e Mortimer, 2010, p. 132). São classificadas como descrição, explicação, generalização, classificação, comparação, cálculo e analogia.

Resultados e discussão

Aqui apresentamos a análise do Episódio 4, que consiste nas perguntas da Jurada (*Jrd*, professora convidada) para os advogados e testemunhas (estudantes) sobre aspectos relacionados ao solvente e substrato nas reações de substituição e eliminação nucleofílica.

Esse episódio é dividido em quatro sequências discursivas que se iniciam a partir de um novo questionamento da *Jrd*. Entendemos esses questionamentos como os enunciados iniciais para estabelecer as demais interações e ações verbais sobre o conteúdo científico, objetivando identificar qual perfil de terceiro a jurada assume durante o júri simulado.

No sexto turno (período de fala dos/as participantes), que é o início da **primeira sequência**, a *Jrd* resgata uma resposta dada por uma das testemunhas do grupo do Dr. Doravante (D_{11}) para questionar sobre a solubilidade do bromopentano em diferentes solventes:

Turno 6 - *Jrd*:...Na questão da Advogada do Grupo do Dr. Doravante você (D_{11}) falou que o bromopentano não é muito solúvel, que ele não é solúvel em água, porém ele é bastante solúvel no álcool metanol?

Essa ação verbal se enquadra tanto no plano pragmático quanto no argumentativo. No que tange ao plano pragmático, a *Jrd* opta por uma iniciação de escolha retratando se o substrato é ou não é solúvel em álcool metílico. Na vertente do plano argumentativo, a formulação do questionamento é uma tentativa de possibilitar uma avaliação, por parte da testemunha, sobre sua resposta anterior com o intuito de explorar a visão da estudante novamente sobre o tema.

Apesar de ser uma pergunta que não exige um nível cognitivo alto, entendemos que esse início do papel de terceiro no episódio é de colocar em dúvida um argumento do oponente. Segundo Plantin (2008), o terceiro e, conseqüentemente, sua pergunta são elementos chaves da troca argumentativa, já que possibilita aos indivíduos total responsabilidade

pelos enunciados proferidos, a fim de sustentar sua posição de proponente ou oponente.

Na sequência, a testemunha D_{11} responde ao questionamento da jurada por meio de uma resposta de processo, reapresentando seu ponto de vista em relação aos solventes, evidenciado em dois planos, argumentativo e epistêmico:

Turno 7 - D_{11} : Ele é um composto orgânico que não dilui com a água e sim com o álcool como se fosse uma alternativa. O álcool na solução está lá presente mas tem um pouquinho de água. A gente sabe que tem um pouco de água lá e esse composto orgânico não diluiu completamente na água. Então usa como alternativa o álcool.

Nesse turno, o argumento da testemunha se concentra em defender seu ponto de vista ao justificar o uso do solvente metanol na reação. Temos aqui a intenção de expandir as ideias científicas introduzidas anteriormente, fomentando a argumentação sobre a relação entre os solventes da reação. É importante ressaltar também que essa resposta é do tipo processo, ou seja, nível cognitivo superior em relação à pergunta (iniciação de escolha) feita pela *Jrd*.

Esses resultados mostram que os/as estudantes vão além da escolha de estratégias de iniciação da professora jurada, indicando maior consciência de participação na argumentação. Isso corrobora os estudos feitos por Aguiar Junior e Mortimer (2005), que apontaram que a atividade também favorece a construção do discurso.

Para Leitão (2011), essa é a função do plano argumentativo, pois promove apoio aos próprios enunciados para responder a contra-argumentos. Tal característica impulsiona o indivíduo a tomar o seu próprio pensamento como objeto de reflexão e considerar as bases em que se apoiam e os limites que os restringem. O engajamento, durante a argumentação, cria um tipo de experiência metacognitiva, ou seja, pensar sobre o próprio pensamento, viabilizando a tomada de consciência e a avaliação para reafirmar ou reformular suas ideias.

Entretanto, no plano epistêmico identificamos dois obstáculos epistemológicos no enunciado da testemunha: a generalização e o verbal (Bachelard, 1996). Em relação ao primeiro obstáculo, a testemunha generaliza ao dizer que o composto orgânico se solubiliza em metanol sem trazer uma explicação de causa-efeito de como acontece o processo de dissolução, destacando, por exemplo, fatores como as interações intermoleculares e a polaridade. Assim, o enunciado é apenas descritivo por trazer alguns termos científicos sobre o assunto.

Em mecanismos bimoleculares de reações orgânicas, o aumento da polaridade do solvente diminui a velocidade da reação devido à intensa solvatação do nucleófilo. Por isso, faz-se necessário o uso de solventes polares próticos como o metanol para estabilizar o estado de transição. Isso provoca

Na vertente do plano argumentativo, a formulação do questionamento é uma tentativa de possibilitar uma avaliação, por parte da testemunha, sobre sua resposta anterior com o intuito de explorar a visão da estudante novamente sobre o tema.

a diminuição da energia de ativação e, conseqüentemente, aumenta a velocidade da reação. Em nível microscópico, o que ocorre é a formação de interações intermoleculares entre o solvente e o nucleófilo, diminuindo sua reatividade durante a reação (Solomons e Fryhle, 2009).

O segundo obstáculo epistemológico identificado é o verbal, porque a testemunha usa o termo diluir, ao invés de solubilizar ou dissolver, que seria o correto. Destaca-se a interferência que uma palavra pode causar ao entendimento do conceito, visto que essa compreensão pode potencializar uma concepção errônea da ciência (Vilas Bôas, 2018).

Bachelard (1996) afirma que o obstáculo verbal está diretamente associado à generalização, por levar a conceitos de diferentes fenômenos partindo de uma palavra. Dessa forma, a ausência da explicação do fenômeno faz com que se estabeleça a generalidade e torna o conhecimento vago, como discorrem Gomes e Oliveira (2007) em seu trabalho.

Após a resposta da primeira pergunta, a jurada reformula o questionamento de uma forma mais direta sobre a polaridade dos solventes presentes na reação. Isso provoca uma expansão na interação discursiva com a participação do estudante que está no papel de advogado de defesa:

Turno 8 - Jrd: Qual é mais polar: a água ou o metanol?

Turno 9 - D_{tl}: Mais polar? Deixa eu pensar aqui (risos)

Turno 10 - D_{Adv}: Qualquer um pode responder professor?

Turno 13 - D_{tl}: Metanol

Turno 14 - D_{Adv}: Metanol

Turno 15 - Jrd: É mais polar do que a água!

Observamos, no turno 8, que a jurada parte de uma iniciação de produto sobre a diferença de polaridade entre os solventes água e metanol. A ideia nesse plano pragmático é guiar os estudantes para uma expansão do enunciado científico colocado anteriormente, de modo a dar mais suporte ao processo de internalização do conceito de polaridade e sua relação com a solubilidade.

Esse tipo de ação verbal caracteriza a função de terceiro no modelo dialogal de argumentação, ou seja, permanece na discussão a dúvida sobre o assunto. Segundo Plantin (2008, p.77) “manter a pergunta entre os componentes sistêmicos da interação argumentativa leva a examinar o papel do terceiro”.

No turno 9, a testemunha (D_{tl}) dá ênfase à pergunta da jurada, repetindo-a e partindo para uma reflexão no plano argumentativo com o intuito de manter a narrativa. No entanto, em seguida D_{tl} e D_{Adv} dão a resposta factual errada para a pergunta, provocando uma surpresa da Jrd ao ouvir a resposta no turno 15, encerrando a sequência.

A surpresa no enunciado da jurada indica dois aspectos: o primeiro é em termos epistêmicos, pois a substância água é mais polar do que a substância metanol. O segundo, ao assentir o equívoco dos estudantes, a jurada se caracteriza como um terceiro de forma cética radical, dado que, ao se recusar a um novo questionamento, pretende manter a dúvida em aberto para se pronunciar sobre a causa em outra oportunidade (Plantin, 2008).

A **segunda sequência** inicia-se com uma afirmação da jurada sobre as duas sínteses. Em seguida, faz uma iniciação de escolha direcionada a uma das testemunhas do grupo GRUSO (G_{T1}) sobre os substratos nas diferentes reações:

Turno 16 - Jrd: ... as duas sínteses são bimoleculares.

Eu pergunto para G_{T1}, existe diferença no substrato da Sn2 ou para uma E2?

Turno 17 - G_{T2}: Sim

Turno 18 - G_{T1}: Existe.

Observamos que a iniciação de escolha não se caracteriza como um plano pragmático, porque não há um desenvolvimento da argumentação de imediato. O que ocorre são respostas curtas e diretas, também de escolha, por duas testemunhas, encerrando a interação. Segundo Vargas (2010), o plano pragmático tem o papel de instaurar o debate como método de resolução de diferenças, criando a possibilidade de discordância, o que não ocorre na ação verbal da Jrd.

Lobato e Quadros (2018) também verificam, em seus resultados, pouca interatividade e promoção da argumentação por parte dos estudantes, quando as perguntas feitas pelo professor se mantinham, em sua maioria, no tipo de escolha e produto. Consequência disso são respostas curtas que não favorecem a argumentação nem a presença de enunciados científicos mais elaborados.

No entanto, como papel de terceiro, há uma concessão de início que confere uma explanação sobre as duas sínteses e as características já apresentadas durante a discussão pelos partícipes em episódios anteriores, estabelecendo

um entendimento no âmbito do plano argumentativo. Ribeiro (2014), em seu trabalho, discute que, diante da concessividade, o diálogo se define a partir de pressuposições que o locutor faz no sentido de guiar o interlocutor a determinados raciocínios. Dessa forma, entendemos que concessão é constitutiva para a abertura e escuta do outro (Plantin, 2008).

Por isso, ao perceber o encerramento nas respostas das testemunhas, no turno 19, a jurada

retoma a pergunta especificando as diferenças entre os tipos de substratos (primário, secundário e terciário) para estimular a argumentação nas testemunhas de modo a apresentarem seus pontos de vista:

A surpresa no enunciado da jurada indica dois aspectos: o primeiro é em termos epistêmicos, pois a substância água é mais polar do que a substância metanol. O segundo, ao assentir o equívoco dos estudantes, a jurada se caracteriza como um terceiro de forma cética radical, dado que, ao se recusar a um novo questionamento, pretende manter a dúvida em aberto para se pronunciar sobre a causa em outra oportunidade (Plantin, 2008).

Turno 19 - Jrd: E aí?

Turno 25 - Jrd: Do substrato. Existe diferença entre o substrato secundário, primário ou terciário para essa Sn2 ou E2?

Turno 26 - G_{T2} : Não porque eu acho que assim depende da base que você vai usar, por que assim se fosse usar um haleto primário como substrato se usar uma base pequena isso vai... vai...

Turno 27 - G_{T2} e G_{T1} : Favorecer ...

Turno 28 - G_{T2} : A substituição. Mas se usa e se usasse uma base muito volumosa que é no caso essa daqui isso vai favorecer uma reação de eliminação, entretanto se usar um substrato terciário vai favorecer também em uma reação de eliminação considerando uma base pequena.

Aqui o papel de terceiro da jurada é de argumentadora, que busca trazer um ponto de vista arbitral à problemática discutida, seja para questionar, avaliar ou para manter a questão em aberto. Por mais que a iniciação ainda seja de escolha, desta vez as testemunhas entendem a necessidade de manter a narrativa sobre as diferenças dos substratos, proporcionando o desenvolvimento do plano argumentativo e caminhando para o plano epistêmico.

O trabalho de Silva e Mortimer (2010) apresenta uma estratégia utilizada por um professor que é parecida com a retomada da jurada para incentivar a argumentação. No entanto, os autores discorrem que primeiro é feita uma iniciação que exige alta cognição (processo ou metaprocessos), só que, ao perceber a dificuldade dos alunos de responder, rapidamente é feita uma decomposição da pergunta em iniciações do tipo produto ou escolha para dar prosseguimento à interação.

Em relação às respostas apresentadas, elas flutuam entre os tipos de processo e metaprocessos, pois expõem os pontos de vista sobre as diferenças dos substratos estabelecendo conexões e refletindo sobre a importância das bases no meio reacional. Tal resultado evidencia uma generalização sobre a base em relação ao tipo de substrato, porém não explica de fato a diferença entre os substratos e a causa-efeito da utilização de diferentes tipos de base.

G_{T2} propõe duas ideias em seu enunciado: que haletos primários e uma base menos volumosa favorecem uma reação de substituição; e que haletos primários em conjunto com uma base volumosa favorecem as reações de eliminação. Observamos nesses enunciados uma generalização correta, caracterizando, assim, uma aprendizagem efetiva sobre o papel da base como condição reacional. Porém, ao enfatizar essas ideias, a testemunha G_{T2} deixa claro que o uso da base volumosa justifica que uma reação de eliminação prevaleça, contrariando o próprio discurso de defesa de seu grupo.

Em função disso, a jurada lança, no turno em sequência, um julgamento pertinente em um plano argumentativo:

Turno 29 - Jrd: Então, com base na sua resposta você acabou de alegar que a síntese do grupo do Dr. Doravante é coerente.

Turno 30 - G_{T2} : Sim.

Turno 31 - G_{T1} : Sim, é coerente, mas alguns fatores contribuíram para ter um rendimento maior (risos).

No turno 29, observamos a avaliação crítica e o julgamento do terceiro sobre a resposta da testemunha, criando um problema. Aqui, o terceiro garante a estabilidade dos questionamentos e, desse modo, julga a pertinência das argumentações (Plantin, 2008). Massmann (2011), em seu trabalho, mostra que a avaliação crítica do discurso é fundamental para a argumentação, e isso é colocado em discurso pelos terceiros e opositores.

Para encerrar a sequência, a testemunha G_{T1} assume o papel de proponente, em um plano argumentativo, porquanto avalia e apresenta uma objeção a fim de retomar a defesa do grupo GRUSO ao afirmar que a reação do grupo do Dr. Doravante é coerente, porém não apresenta um rendimento satisfatório como deveria ser.

Conclusões

A análise do episódio em que a jurada analisa as posições dos proponentes e dos oponentes nos permite chegar a duas considerações: a primeira é o perfil de terceiro que ela assume durante a atividade do júri simulado no modelo dialogal de argumentação; a segunda trata das estratégias discursivas e ações verbais adotadas durante esse papel.

O perfil de terceiro é variável durante as sequências discursivas. A jurada inicia colocando os proponentes e oponentes como responsáveis pelos próprios enunciados durante toda a atividade. Essa atitude é de identificar como a posição dos argumentos é sustentada diante de questionamentos.

Em seguida, as características do terceiro focalizam a manutenção da dúvida durante a argumentação, levando à concessividade por parte da jurada. Essa concessão lhe dá maior abertura para escutar os dois lados, tornando-se um cético radical para se pronunciar com total conhecimento de causa. Isso culmina em seu enunciado final quando cria o problema afirmando que as duas sínteses são coerentes.

Enquanto estratégias discursivas e ações verbais, a jurada não possibilita o desenvolvimento da argumentação em todo momento. Isso porque praticamente todas as iniciações são do tipo de escolha ou produto, o que não convida para a argumentação em termos de plano pragmático. Devido à insistência desses tipos de perguntas, o que acontece é que as testemunhas entendem a necessidade de avançar no plano argumentativo e epistêmico para dar maior fluidez à atividade.

Assim, mesmo que o papel de terceiro tenha abarcado diversas características (discurso da dúvida ou do

questionamento; julgamento das argumentações; cético radical) que poderiam incentivar a produção de argumentos e contra-argumentos no modelo dialogal, as ações e estratégias realizadas dificultaram esse andamento porque as perguntas (do tipo escolha e produto) não estimularam a expressão de opinião e a explicitação de pensamentos.

Portanto, entendemos que, para a argumentação ocorrer com mais frequência, o perfil do terceiro deve explorar mais iniciações do tipo processo e metaproceto. Isso fará com que a argumentação seja intensificada na atividade, uma vez que iniciações desses tipos reforçam os planos pragmático

e argumentativo do/a professor/a, ampliando os enunciados dos/as estudantes. Esperamos que as contribuições trazidas neste artigo possam auxiliar futuras pesquisas sobre o papel do terceiro no modelo dialogal da argumentação.

Referências

AGUIAR JUNIOR, O. e MORTIMER, E. Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n. 2, p. 179-207, 2005.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BIANCHINI, T. B. *O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio*. 2011. 144 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2011.

BROUSSEAU, G. Epistemological obstacles, problems, and didactical engineering. In: BALACHEFF, N.; COOPER, M., SUTHERLAND, R., WARFIELD, V. (Orgs.) *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Netherlands: Springer, 2002. p. 79-111.

CHIARO, S. e LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. *Psicologia: reflexões e crítica*, v. 18, n. 3, p. 350-357, 2005.

GALLI, L. e MEINARDI, E. The role of teleological thinking in learning the Darwinian model of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, v.4, p.145-152, 2011.

GOMES, H. e OLIVEIRA, O. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomos. *Revista Ciência e Cognição*, v. 12, p. 96-109, 2007.

HERREID, C. F. e REI, K. Intimate debate technique: medicinal use of Marijuana. *Journal of College Science Teaching*, v. 36, n. 4, p. 10-13, 2007.

LEITÃO, S. The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, California, USA, v. 43, n. 6, p. 332-360, 2000.

LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M. C. (Orgs.) *Argumentação na escola: o conhecimento em construção*. Campinas: Pontes, 2011, p.13-46.

LIRA, M. *Alfabetização científica e argumentação escrita nas aulas de ciências naturais: pontos e contrapontos*. 2009. 155f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

LOBATO, A. e QUADROS, A. Como se constitui o discurso de professores iniciantes em sala de aula. *Educação e Pesquisa: Revista da Faculdade de Educação da USP*, v. 44, p. 1-21, 2018.

MASSMANN, D. O estudo da argumentação em uma perspectiva dialogal – entrevista com Cristian Plantin. *Entremeios:*

Lôany Gonçalves da Silva (loanygoncalves@hotmail.com), bacharel em Química Ambiental e mestrado em Química pela Universidade Federal do Tocantins - Campus de Gurupi, Gurupi, TO – BR. **Wellington Francisco** (wellington.francisco@unila.edu.br), bacharel, licenciado, mestre e doutor em Química (tese em ensino). É professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Foz do Iguaçu, PR – BR.

revista de estudos do discurso. v.2, n.1, p. 1-14, 2011.

MENDONÇA, P. 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.

MORTIMER, E. e SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

OROFINO, R. P. e TRIVELATO, S. L. O uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de Biologia. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 20, n. 3, p.116-130, 2015.

ORTEGA, F., ALZATE, O. e BARBALLO, C. La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educación e Pesquisa*, v. 41, n. 3, p. 629-643, 2015.

PLANTIN, C. *A argumentação: história, teorias, perspectivas*. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

RAMOS, W., SILVA, J. e LIRA, M. A argumentação nas aulas de química numa perspectiva da alfabetização científica. In: Congresso Nacional de Educação, 4, 2017, João Pessoa, PB. *Atas...* João Pessoa, PB, 2017. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/35020>, acesso em jul. 2020.

REGINALDO, B. *A argumentação em atividades investigativas na sala de aula de matemática*. 2012. 185f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

RIBEIRO, C. *A expressão da concessividade no gênero notícia: uma estratégia argumentativa*. 2014. 163f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Letras Vernáculas, Programa de Pós-graduação em Linguística, Fortaleza (CE), 2014.

SÁ, L. e QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Química Nova*, v. 30, n. 8, p. 2035-2042, 2007.

SCARPA, D. O papel da argumentação no ensino de ciências: lições de um workshop. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.17, n. especial, p.15-30,2015.

SILVA, A. C. T. *Estratégias enunciativas em sala de aula de química: Contrastando professores de estilos diferentes*. 2008. 477f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

SILVA, A. C. T. e MORTIMER, E. Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de química: Aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 1, p.121-153, 2010.

SILVA, A. C. T. e MORTIMER, E. As estratégias enunciativas de uma professora de química e o engajamento produtivo dos alunos em atividades investigativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.11, n. 2, p. 117-138, 2011.

SILVA, L. G. da. *Casos investigativos e estratégias enunciativas: um diálogo entre a argumentação e a aprendizagem química de estudantes em nível superior*. 2019. 67f. Dissertação (Mestrado em Química Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Química Ambiental, Gurupi, 2019.

SILVA, L. G. e FRANCISCO, W. Análise de interações discursivas e ações verbais entre estudantes do nível superior de Química: um diálogo sobre a argumentação e a aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 2, p. 157-165, 2020.

SOLOMONS, T. W. e FRYHLE, C. B. *Química Orgânica*. 9. ed. Vol. 011. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

TERRA, L.; LARENTIS, A.; ATELLA, G.; CALDAS, L.; RIBEIRO, M.; HERBST, M. e ALMEIDA, R. Identificação de obstáculos epistemológicos em um artigo de divulgação científica – entraves na formação de professores de ciências? *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, v. 13, n. 3, p. 318-333, 2014.

VARGAS, G. *Argumentação em sala de aula: um estudo sobre a aprendizagem na interação entre pares*. 2010. 170f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2010.

VILAS BÔAS, C. S. N. Epistemologia de Bachelard e a aprendizagem do conceito de ressonância. *Revista do Professor de Física*, v. 2, n. 2, p. 40-58, 2018.

Abstract: *The role of the third party in dialogical argumentation: identifying the argumentative profile in a simulated jury activity.* In the dialogical argumentation model, the third party is responsible for transforming contradictory discourses into questions and can assume different profiles. This paper aims to identify the profile and characteristics of a teacher's speech (third party) during an activity of simulated jury performed in a discipline of Organic Chemistry. Using a qualitative research, the data were obtained from the recording of the jury, which had the participation of six students. After transcription of the audios, data were interpreted based on an analysis model that correlates verbal actions with discursive interactions of the teacher. Results show a variable profile of the third party, either identifying the position of the speeches or maintaining the doubt during the argument. In addition, the discursive strategies and verbal actions used by third party (teacher) hindered the developing of the argumentation at certain moments of the activity.

Keywords: dialogical argumentation, verbal action, discursive interaction.

O processo de tomada de decisão e a percepção de aspectos da natureza da ciência no discurso argumentativo sobre casos sociocientíficos

Jéssyca Brena S. Rodrigues e Karen C. Weber

Neste trabalho procuramos analisar o processo de tomada de decisão e a percepção da natureza da ciência por estudantes do ensino superior em química, com base na argumentação promovida pela resolução de casos que exploram questões sociocientíficas. Este tipo de abordagem está em consonância com os objetivos da alfabetização científica, visando à formação do cidadão voltada à participação democrática. Os participantes da pesquisa resolveram os casos em pequenos grupos e apresentaram oralmente a solução escolhida. Percebemos que os alunos fundamentaram suas decisões, principalmente, de acordo com fatores socioeconômicos ou ambientais e tendo como referência o conhecimento científico. A experiência favoreceu a compreensão de aspectos socioeconômicos e ambientais que se relacionam à ciência e ao trabalho científico, além de contribuir para o desenvolvimento das habilidades de pesquisa e trabalho em grupo.

► natureza da ciência, questões sociocientíficas, argumentação ◀

Recebido em 21/09/2020, aceito em 05/01/2021

94

Ao longo dos últimos anos, no Brasil, é inegável que tem sido ampliado o debate sobre a educação científica praticada junto aos alunos, seus objetivos, ou sobre o tipo de cidadão que se pretende formar, assim como estratégias metodológicas e inclinações teóricas. Nesse contexto, se encontram temas contendo ideias convergentes, como a alfabetização científica, a discussão de questões sociocientíficas (QSC), argumentação científica e sociocientífica e o currículo de ciências com orientação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Tais temas se assemelham em seus objetivos, no sentido de contribuir para o ensino voltado à formação do cidadão e à promoção de uma leitura crítica do mundo contemporâneo (Auler, 2003), assim como propiciar a compreensão dos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e a tomada de decisão em questões sociais que envolvam a ciência e a tecnologia (Mendes e Santos, 2011)

Devido à popularização e alcance da preocupação com o tema da “alfabetização científica” (AC) ou “alfabetização científico-tecnológica” (ACT), estes têm sido considerados como termos difusos, já que não há um consenso a seu

respeito, pois abarcam um grande número de definições e interpretações teórico-metodológicas (Laugksch, 2000; Sasseron e Carvalho, 2008; Teixeira, 2013). De acordo com nossa interpretação, a preocupação com a dimensão ética, a formação inicial voltada para o desenvolvimento de uma postura investigativa, integrativa e propositiva, e o respeito às diferenças, são objetivos que convergem com aqueles apresentados nos trabalhos e publicações sobre AC.

Acreditamos que o paradigma de ensino de ciências na educação básica voltado para a AC do cidadão exige a formação inicial de professores de química com uma nova postura, mais interrogativa e problematizadora.

Pesquisadores como Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) refletem sobre a inserção de aspectos da natureza da ciência (NdC) na educação científica alinhada com o objetivo maior de promover a AC, com vistas à participação cidadã na tomada de decisões tecnocientíficas na sociedade democrática. Partilhando dessa visão, consideramos que seja de fundamental importância que os cursos de formação de professores promovam a reflexão epistemológica, sócio-histórica e axiológica sobre a ciência de modo explícito,

Acreditamos que o paradigma de ensino de ciências na educação básica voltado para a AC do cidadão exige a formação inicial de professores de química com uma nova postura, mais interrogativa e problematizadora.

dando a oportunidade de o futuro professor repensar suas próprias concepções sobre ciência, métodos científicos e empreendimento científico, seu discurso e suas práticas pedagógicas (Reis, 2004).

Diante disso, nos propomos a refletir, nesta pesquisa, sobre a questão da AC no ensino superior, tão marcado pela educação tradicional (Zanon *et al.*, 2009). Para tanto, partimos da proposta de discussão de QSC, visando à promoção da argumentação em sala de aula de química no ensino superior. As QSC têm sido entendidas por pesquisadores como temas de natureza controversa que permitem diferentes posicionamentos, estimulando a discussão e a argumentação (Mendes e Santos, 2013; Mortimer e Scott, 2002; Sá, 2006; Sá e Queiroz, 2010; Sá *et al.*, 2013; Sasseron e Carvalho, 2011).

Desse modo podemos dizer que este trabalho busca responder as seguintes perguntas: *Como os alunos do ensino superior de química argumentam? Que aspectos fundamentam o processo de tomada de decisão? Qual compreensão de aspectos relacionados à natureza da ciência apresentam em seus discursos?*

Assim, o trabalho teve o intuito de analisar o processo de tomada de decisão, em relação aos fatores que fundamentam a decisão e as fontes de informação, bem como a percepção de aspectos da NdC por estudantes do ensino superior em química, por meio de uma estratégia didática que buscou estimular o desenvolvimento da argumentação na resolução de casos que exploram QSC.

Natureza da ciência e sua importância para o ensino

Apresentamos a seguir as definições de alguns autores sobre o que seria a NdC, muito embora não nos pareça razoável falar em uma única NdC, visto que sua definição não é consensual e é dependente do objetivo da educação científica que se pretende realizar.

Praia *et al.* (2007) listam alguns consensos entre os pesquisadores: é necessário recusar a existência de um Método Científico único e infalível; a pesquisa científica é orientada pela teoria e não pela observação de dados brutos; o fazer ciência envolve a formulação de hipóteses e, por isso, é importante estimular o pensamento divergente e criativo, e essas hipóteses devem ser testadas para que se chegue a uma resposta sobre a situação-problema; é necessário buscar a coerência global a fim de ter uma resposta confiável; compreender o aspecto social do trabalho científico que é executado em equipe, de modo colaborativo e institucionalizado.

Apesar de enfatizar as controvérsias sobre a definição de NdC, Reis (2004) afirma que “geralmente, a designação natureza da ciência refere-se à epistemologia da ciência, à ciência como uma forma de conhecimento ou aos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico”. Desse modo, a NdC envolve aspectos sociológicos, históricos,

filosóficos e psicológicos inerentes à ciência e à atividade científica. O autor também explora o conceito de empreendimento científico que reúne as concepções acerca do que é e como funciona a ciência, como os cientistas trabalham e as relações influenciadoras entre a sociedade e a ciência.

Ainda gostaríamos de considerar a reflexão de Acevedo *et. al.* (2017) que, mesmo citando aspectos comuns sobre a definição de NdC em vários trabalhos, evidenciam as controvérsias e a natureza não-consensual do tema. Até porque, segundo os autores, não existe apenas a ciência acadêmica como opção em nossa sociedade. Outras instituições, como as grandes corporações que desenvolvem a “tecnociência”, empreendem de forma diferente da academia. Por isso, é importante refletir sobre que tipo de NdC se quer ensinar.

Por fim, citamos o trabalho de Gil-Pérez *et al.* (2001) que explicita visões deformadas do trabalho científico. Eles elencaram sete deformações, dentre elas a visão: (1) empírico-indutivista e ateuca, que considera a experiência como a base da atividade científica; (2) rígida e algorítmica, na qual o método científico é considerado infalível e não há

espaço para criatividade; (3) aproblemática e ahistórica, que transmite a ideia de que o conhecimento é produzido sem que haja influência do contexto social vivido, desse modo não se consideram as limitações das teorias e modelos; (4) exclusivamente analítica, que simplifica e fragmenta o conhecimento científico; (5) acumulativa de crescimento linear, na qual as pessoas não consideram a evolução da ciência, suas crises e conflitos; (6) individualista e elitista, que alimenta as discriminações sociais e de gênero, por reafirmar que a ciência só pode ser feita por homens (e não por mulheres) da elite; (7) socialmente neutra, quando não se consideram as relações CTSA.

Os autores recomendam que os professores de ciências reflitam sobre as suas práticas didáticas para que evitem transmitir essas deformações. Essas percepções descritas pelos autores muitas vezes se sobrepõem e contribuem para que se desenvolva uma ideia ingênua do fazer ciência. Nesse momento é de interesse listar os principais argumentos que justificam a inserção de aspectos da NdC no ensino básico e na formação de professores:

1. Promover uma visão mais humanizada da ciência, tornando-a mais acessível e, desse modo, contribuir para aumentar o interesse público pelo empreendimento científico (Reis, 2004; Santos, 2013).
2. Contribuir para a aprendizagem dos alunos, visto que já é um consenso que apenas a transmissão de conteúdo é insuficiente quando se quer promover a participação ativa na sociedade (Santos, 2013; Praia *et al.*, 2007).
3. Fundamentar decisões sociocientíficas para a participação democrática (Acevedo *et al.* 2005; Santos, 2013; Praia *et al.*, 2007).

Os autores recomendam que os professores de ciências reflitam sobre as suas práticas didáticas para que evitem transmitir essas deformações. Essas percepções descritas pelos autores muitas vezes se sobrepõem e contribuem para que se desenvolva uma ideia ingênua do fazer ciência.

- Melhorar a compreensão sobre a própria ciência na atualidade, suas limitações e potencialidades (Acevedo *et al.*, 2005; Gil-Pérez *et al.*, 2001; Reis, 2004; Santos, 2013).
- Contribuir para a alfabetização científica do cidadão (Acevedo *et al.*, 2005; Praia *et al.*, 2007).

Percurso metodológico da pesquisa

A pesquisa segue a perspectiva da teoria crítica social no sentido de (re)pensar as relações de poder e as contradições que se estabelecem no contexto da investigação (Kincheloe e McLaren, 2006), especialmente na visão crítica de Freire (1987). Assim, pautamos nossa investigação no aspecto humanístico da pesquisa crítica, visando contribuir para a reflexão dos sujeitos participantes a respeito da ciência, de seu papel social e da responsabilidade a respeito das decisões coletivas vinculadas às QSC. Quanto à sua natureza, o presente trabalho é classificado como pesquisa qualitativa, já que o principal objetivo é interpretar e explicar determinados aspectos inerentes às questões de pesquisa (Denzin e Lincoln, 2006).

Participaram da pesquisa estudantes do curso de graduação em química – licenciatura e bacharelado – de uma universidade federal, na disciplina *Pesquisa Aplicada à Química*, com carga horária de 45 horas. O objetivo deste componente curricular é proporcionar o conhecimento das

diversas áreas da pesquisa em química, contemplando aspectos históricos, tendências atuais, seus diferentes campos de estudo e perspectivas. Matricularam-se nesta disciplina 16 alunos, porém tivemos a participação efetiva de 11 alunos.

Optamos por trabalhar com a metodologia de estudo de casos, seguindo as orientações de Herreid (1998), assim como as de Sá e Queiroz (2010). A escolha dos casos se deu pela busca por temáticas que atendessem aos objetivos da pesquisa e pudessem ser relacionadas às vivências do grupo. O caso que trata do uso de agrotóxicos na cultura do abacaxi, que é de grande importância no estado da Paraíba, permite a discussão do tema dos agrotóxicos, que é de natureza generalizante e fomentador de discussões éticas e ambientais. Já o segundo caso trata do desenvolvimento e uso de sangue artificial, e foi criado a partir da busca por temas científicos ainda em desenvolvimento e de natureza controversa.

O primeiro caso, *Problema na Abacaxicultura*, nasceu da observação da realidade local, visto que o estado da Paraíba, em especial a cidade de Santa Rita que fica na região metropolitana de João Pessoa (espaço geográfico onde se desenvolve esta pesquisa), tem destaque nacional como produtor de abacaxi. A partir disso, para elaboração do caso, foi feita uma busca por artigos científicos que explorassem o tema de uso de agrotóxicos na cultura do abacaxi (Souza e Costa, 2002), o que resultou no caso apresentado na Figura 1.

O segundo caso, denominado *Sangue Artificial* (Figura 2), foi construído com base em um artigo de divulgação científica

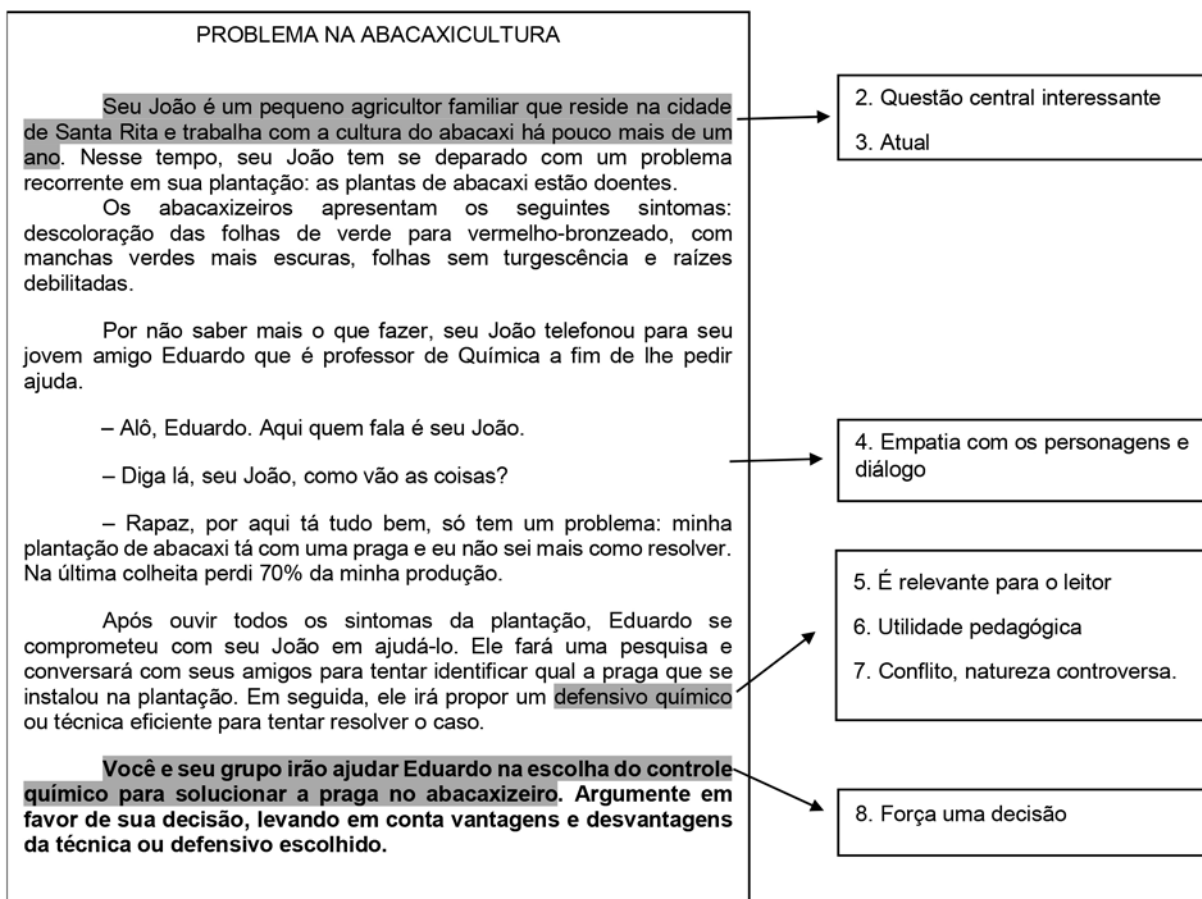


Figura 1: Caso *Problema na Abacaxicultura*.

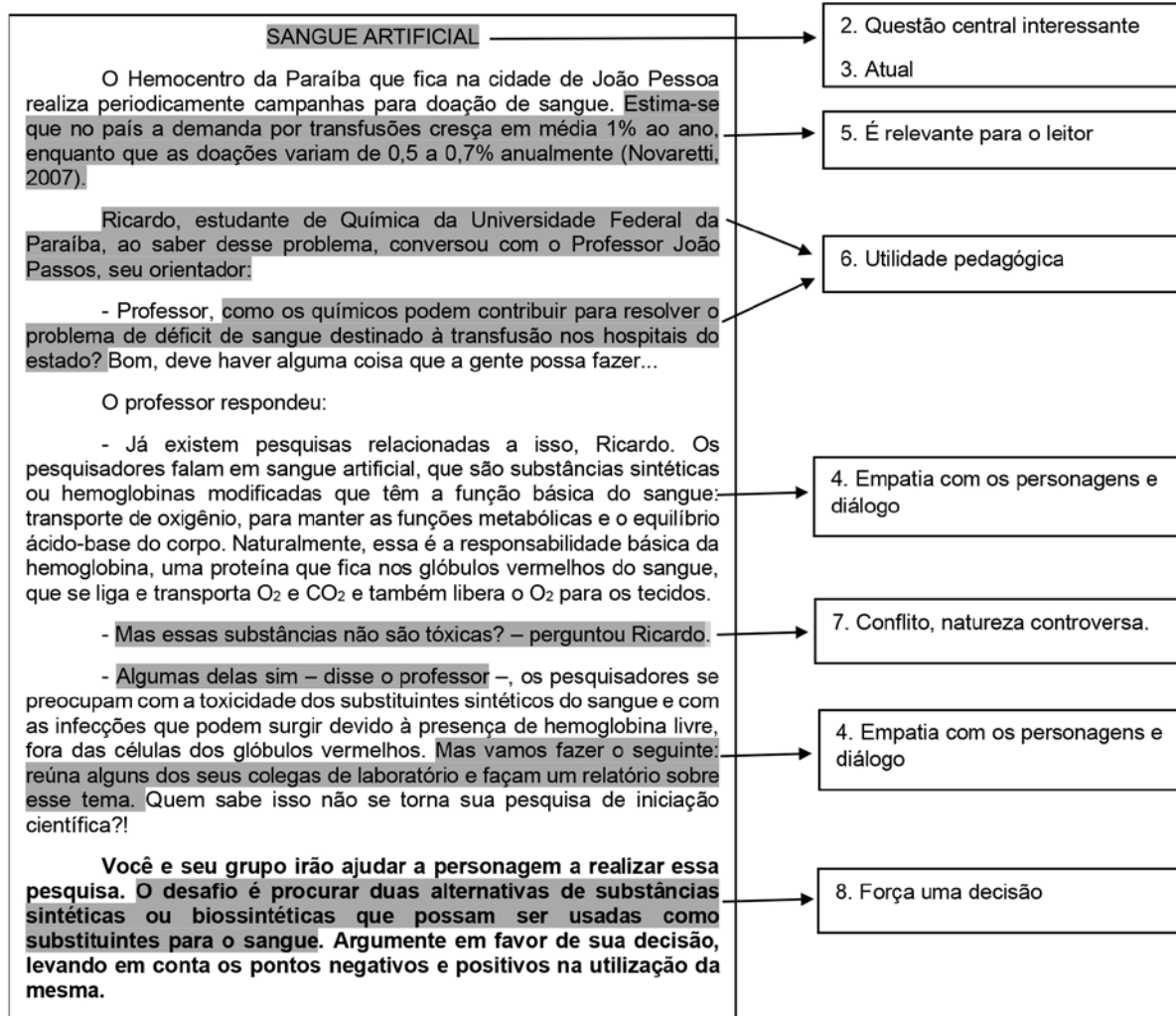


Figura 2: Caso *Sangue Artificial*.

(Martins, 1993). O desenvolvimento de um substituto para o sangue que seja seguro e amplamente disponível para transfusões é um tema bastante relevante e atual, uma vez que, até o presente momento, foram encontrados materiais capazes de mimetizar apenas parcialmente a estrutura, as propriedades mecânicas e as funcionalidades das células sanguíneas (Novaretti, 2007; Doshi *et al.*, 2009; Guo *et al.*, 2020).. O tema despertou o interesse por se tratar de uma questão sobre a qual não há ainda consenso. Como indicado nos Figuras 1 e 2, ambos os casos apresentam algumas das características de um bom caso conforme a orientação de Herreid (1998).

Após a produção dos dois casos e da “Trilha para solucionar o caso”, adaptado de Sá (2006), iniciou-se a coleta de dados com a aproximação junto aos participantes da pesquisa. A pesquisa foi aplicada em cinco aulas, o que corresponde a 15 horas ou um terço da carga horária total da disciplina.

Inicialmente, a proposta de trabalho com os casos investigativos foi apresentada aos estudantes. Os grupos receberam os casos e as instruções explícitas sobre a argumentação, por meio de aula expositiva ministrada pela pesquisadora. Esta fase correspondeu a duas aulas. Os dois encontros seguintes

foram dedicados à pesquisa por fontes de informação e às discussões, em pequenos grupos, para a resolução dos casos. No último encontro, cada grupo expôs à turma a solução escolhida para o caso em questão, por meio de apresentação oral gravada em vídeo.

Os casos foram distribuídos entre os grupos de três ou quatro alunos, de modo que, pelo menos dois grupos ficaram com o mesmo caso para que fosse possível analisar as diferentes conclusões. No entanto, um dos grupos não realizou a apresentação, deixando a atividade sem conclusão. Assim, tivemos neste trabalho o relato de três grupos: grupo 1, resolvendo o caso *Problema na Abacaxicultura*; grupos 2 e 3 resolvendo o caso *Sangue Artificial*. Na ocasião da apresentação, cada aluno individualmente entregou um texto dissertativo de sua autoria que descrevia todo o processo de resolução do caso e o plano de ação que o grupo decidiu seguir.

A análise das produções textuais individuais e coletivas, que foram expostas na apresentação na forma de slides foi realizada seguindo as orientações de análise de Bardin (1977). O material foi organizado a partir da leitura flutuante e a análise temática foi realizada tendo como índice o tema e como indicador a presença/ausência dos temas nos textos.

Tabela 1: Hipóteses e objetivos que orientam a análise

Hipóteses	Objetivos
A atividade contribui para que se desenvolva uma visão mais real (menos idealizada) da atividade científica.	Entender qual a concepção dos participantes a respeito da natureza da ciência, principalmente no que diz respeito aos aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Visão geral sobre o papel da ciência na sociedade. • Normas e métodos da ciência. • Empreendimento científico.
Levam-se em conta fatores sociais e ambientais na tomada de decisão.	Indicar os fatores determinantes no processo de tomada de decisão.
Os participantes entendem o problema de forma interdisciplinar e não apoiam a sua decisão apenas nos conteúdos de química.	
Percebe-se um cuidado com a confiabilidade da fonte de informações.	Verificar o cuidado com a confiabilidade das informações que fundamentam o argumento dos participantes.

Em seguida, e a partir das primeiras leituras, elencamos hipóteses e objetivos de análise que serviram de fundamento para as próximas etapas, que são apresentadas na Tabela 1.

Os textos foram transcritos integralmente para que se mantivessem as informações originais. A partir de então partimos para a definição dos temas e categorias de análise. Essa determinação foi feita no esquema em milhas, ou seja, a partir da exploração do material. Os temas e as categorias estão elencados na Tabela 2.

Tabela 2: Temas e categorias de análise

Temas	Categorias
1. Preocupação ambiental 2. Questões éticas 3. Questões socioeconômicas 4. Conhecimento científico	FATORES QUE ORIENTAM A DECISÃO COLETIVA
1. Discurso de autoridade 2. Discurso baseado em evidência pessoal	FONTES DAS INFORMAÇÕES
1. Visão geral sobre a ciência e seu papel social 2. O fazer científico: normas de métodos da ciência 3. Empreendimento científico	ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA

Resultados e Discussão

Ao longo do processo, e por sugestão dos próprios alunos, a apresentação oral foi feita por todos ou alguns dos participantes do grupo. Por conta disso, os argumentos aqui analisados são considerados por nós como construídos na coletividade, o que torna a análise desafiadora, no entanto, ainda mais rica. Consideramos neste trabalho a definição de turno de fala que acontece quando um participante da discussão toma para si a vez de falar. Ao total registramos 128 turnos de fala, entre apresentação oral e discussão com o grande grupo. A seguir, apresentamos a análise das categorias de análise definidas na Tabela 2. Foram utilizados nomes fictícios para que se preserve a identidade dos sujeitos participantes da pesquisa.

Análise dos fatores que orientam a decisão coletiva

Com relação ao material produzido pelo grupo responsável pelo caso *Problema na Abacaxicultura*, gostaríamos de ressaltar a dificuldade em analisar as conclusões do grupo, pois apenas a aluna Elba entregou o texto dissertativo que havia sido solicitado. Por conta disso, também analisamos o material expositivo feito pelos participantes para a apresentação.

Queremos deixar claro que esse era um problema aberto, ou seja, os alunos também poderiam optar pelo não uso de agrotóxicos, já que ficou claro que se tratava de uma pequena propriedade que utilizava o modelo de agricultura familiar. Os alunos, porém, optaram pelo uso de defensivos químicos, como mostra o trecho a seguir:

Elba: *Tendo em vista todos os motivos listados, a escolha dos agrotóxicos Evidence e Actara foi feita para indicação a Seu João. Juntamente com esses defensivos agrícolas podem ser usadas técnicas para o controle da cochonilha/vírus em campo deve-se utilizar mudas sadias para os novos plantios, eliminar as plantas infectadas dentro do plantio, assim como as plantas vizinhas. Obter mudas de áreas com ausência ou baixa infestação de cochonilha; destruir os restos do cultivo anterior para evitar novos focos de infestação; no caso de alta infestação das mudas (pelo menos 10%), devem ser tratadas antes do plantio, por imersão em inseticida.*

Ainda sobre o texto de Elba, pode-se perceber que os alunos tomaram a sua decisão considerando principalmente dois aspectos: risco toxicológico e ambiental. A preocupação foi de escolher um defensivo que não oferecesse tanto risco à saúde das pessoas e ao equilíbrio ambiental:

Elba: *Baseando-se nas classes toxicológicas dos agrotóxicos com base na DL₅₀ (Figura 2), tentamos encontrar agrotóxicos que não estivessem nas classes I e II (extremamente tóxicos e altamente tóxicos respectivamente). Assim foram desconsiderados: Perfekthion, folidol, folisuper, Karate, Ethion 500 e*

Ethiongel 950. [...] Dentre os restantes, os escolhidos foram Actara 250 WG e Evidence 700 WG (antigo Confidor), que possuem risco classe III toxicológico e IV ambiental [4], enquanto Actara 10 e Kohinor 200 SC possuem risco ambiental III [4] (grifo nosso).

Além disso, observamos que o grupo também considerou a questão socioeconômica na tomada de decisão, visto que apresentou um comparativo de preços dos agrotóxicos escolhidos em relação a outro similar, porém de maior risco ambiental. Assim, o grupo chegou à conclusão de que os dois defensivos escolhidos eram os melhores para um pequeno agricultor, como a personagem principal do caso:

Elba: Foi visto que além de serem os pesticidas menos tóxicos são também alguns dos mais acessíveis. A título de comparação pesquisamos o preço de agrotóxicos com classificação de risco I, com princípio ativo metil paration (parathion metyl) [...]. Comprova-se a maior acessibilidade dos agrotóxicos escolhidos ao Seu João (pequeno agricultor familiar).

Já com relação ao conhecimento científico para basear a decisão coletiva, parece-nos que esse aspecto ficou em segundo plano, embora o grupo tenha deixado claro o grupo químico ao qual pertence o composto ativo de cada produto e seu modo de atuação nos insetos que transmitem a doença às plantas. Segue a sua explicação:

Elba: Tanto o evidence como o Actara pertencem ao grupo químico neonicotinóide, que interferem na transferência de informações entre células nervosas, [14] fazendo com que os insetos fiquem paralisados. O Evidence tem como composto ativo a imidacloprida com efeito inseticida sistêmico, atua por contato e ingestão. [15] O actara tem como composto ativo o tiametoxam, que é um inseticida sistêmico rapidamente absorvido e transportado a toda a planta [16], impedindo que insetos se alimentem dela.

Como inferimos, embora esses aspectos sejam citados, eles não são determinantes para a tomada de decisão, como são as questões ambiental e socioeconômica. Assim, podemos destacar que os temas presentes na decisão do grupo 1 foram: **preocupação ambiental (1) e questão socioeconômica (3)**.

Partiremos agora para os textos individuais e coletivos do grupo 2 que solucionou o caso *Sangue Artificial*. Iniciaremos com o debate em relação ao uso ou não de sangue artificial. Quanto a isso, o grupo 2 elencou uma série de justificativas para defender o uso de sangue artificial em casos de emergência e situações específicas.

Grupo 2: Procura atender a demanda que é menor que o número de doadores. [...] E, ajudar em casos de transfusões de emergência ou em casos de necessidades específicas, que precisem de transfusões constantes. [...] Portadores de anemia falciforme; [...] Talassemia. [...] Nesse caso, leva-se em consideração o gasto na produção – estudo e desenvolvimento – de pouco sangue artificial. [...] Fase longa de testes. [...] Investimento inicial de 12 milhões de libras (R\$ 59 milhões). [...] Por isso, se torna difícil produzir sangue artificial em larga escala. [...] Altíssimo custo ainda em fase de testes.

Os alunos consideram que o sangue artificial pode ser usado pela medicina, porém, em casos específicos de doença ou emergências. Para isso, destacam as questões de fator econômico, visto que as pesquisas e a produção de sangue artificial necessitam de alto investimento financeiro, o que dificulta a produção em larga escala.

Além disso, também destacam que o uso do sangue artificial é permeado por questões éticas, já que se trata de intervenções diretas em seres humanos. Assim, a questão é colocada como pessoal e individual, mostrando que a decisão quanto ao uso de sangue artificial não deve ser apenas institucionalizada, mas também deve passar pela reflexão da própria pessoa que necessita do procedimento:

Os alunos consideram que o sangue artificial pode ser usado pela medicina, porém, em casos específicos de doença ou emergências. Para isso, destacam as questões de fator econômico, visto que as pesquisas e a produção de sangue artificial necessitam de alto investimento financeiro, o que dificulta a produção em larga escala.

Grupo 2: Pelo fato de se tratar de transfusão de sangues humanos, tem-se o fato de tomar alguém como cobaia por exemplo. [...] Para tal feito é necessário: [...] Autorização da OMS; [...] Autorização da “cobaia” em questão; [...] Identificação correta e detalhadamente medida de todo o processo [...].

O grupo 2 apresenta três opções de substâncias que foram ou podem ser utilizadas para carrear oxigênio e assim substituir o sangue: PVP (polivinilpirrolidona), PFC (perfluorocarbono) e plasma bovino. No entanto, a partir do comportamento bioquímico das opções, baseando-se assim em conhecimento científicos multidisciplinares sobre o tema, escolheram o plasma bovino como substituinte para o sangue:

Ana: O problema do primeiro substituto do sangue (PVP) foi não conseguir transformar O_2 , ou seja, ele servia apenas para manter o volume sanguíneo e, também como ainda não sabiam do fator Rh, várias mortes ocorreram após transfusões. Depois, houve o surgimento dos PFCs como substitutos, onde estes também possuem problemas sérios para o corpo, pois o sequestro dos PFCs pelo fígado pode causar sérias

consequências. [...] A solução mais viável encontrada foi o plasma bovino, mas caso não haja uma compatibilidade com o paciente utiliza-se o PFC [...].

Luzia: O problema é que, os produtos resultantes das pesquisas nessa área, podem causar efeitos colaterais inesperados sendo o principal causar hipertensão. [...] é mais viável o uso do plasma bovino, mas se ele não for compatível será melhor usar o PFC.

Assim, podemos dizer que a decisão desses estudantes quanto ao uso do sangue artificial foi orientada de acordo com os aspectos: **questões de ética (2)** e **questão socioeconômica (3)**. Nesse aspecto, os participantes concordam com a produção do sangue artificial, mas seu uso deve apenas acontecer em situações específicas. Já a decisão a respeito da substância que servirá como substituinte baseia-se, principalmente, no **conhecimento científico (4)**, sendo escolhido o plasma bovino como substituinte potencial.

O terceiro grupo também solucionou o caso *Sangue Artificial*. Gostaríamos de pontuar a dificuldade em interpretar as considerações dos participantes desse grupo sobre a questão sociocientífica, visto que os textos individuais entregues pelos integrantes estavam bem reduzidos e com poucas informações a respeito do plano de ação da equipe.

Embora não tenha ficado tão explícito, nos parece que o grupo também concorda com o uso das substâncias substituintes para o sangue, como demonstra o trecho a seguir:

Grupo 3: [...] O desenvolvimento do sangue artificial está sendo discutido devido a uma escassez de doadores. [...] Há outra potencial vantagem: o sangue criado no laboratório, fora do corpo humano, deve ser livre de doenças, o que elimina o risco de transmissão de vírus como o HIV durante uma transfusão.

Os alunos consideram que o sangue artificial deve ser usado, visto que a quantidade de sangue humano disponível para transfusão nos bancos de sangue é muito pequena. Destacam também o fato do sangue artificial ser livre de possíveis doenças. Portanto, a decisão gira em torno do problema social, já que o sangue artificial evitaria problemas de saúde pública por transmissão de doenças (fator econômico-social).

Em relação à substância que deve substituir o sangue, o grupo identificou o PFC, a proteína bovina e, também, citou a proteína extraída da beterraba, porém sem justificativas específicas sobre essa última. Os alunos escolheram o PFC como melhor alternativa ao sangue, usando justificativas baseadas no conhecimento científico sobre a substância, opinando que:

Grupo 3: Um dos mais promissores sistemas de sangue artificial são os baseados em fluorocarbonetos (moléculas de carbono e flúor). [...] Esses compostos

atendem a todas as exigências necessárias para um substituto do sangue. [...] Garantem a circulação. [...] Possuem compatibilidade universal e baixo custo. [...] Não são tóxicos nem cancerígenos. [...] Não geram efeitos adversos nas células.

Luís: [...] Os PFCs foram a parte mais interessante pois está sendo usado muito focado para a ajuda humana.

Desse modo, a decisão dos estudantes baseia-se, principalmente, na **questão socioeconômica (3)** a respeito do uso do sangue artificial, e no **conhecimento científico (4)**, no que se refere à escolha da substância mais viável.

Análise das fontes das informações

Nosso objetivo ao tratar especificamente das fontes das informações utilizadas pelos participantes na construção dos argumentos é verificar a confiabilidade dessas informações e, também, identificar se as informações são de cunho pessoal ou de autoridade.

Kim e Song (2005) definem que as evidências pessoais são aquelas informações oriundas de conhecimentos ou experiências vividas pelo próprio estudante, como nos casos em que, para desenvolver um argumento, o aluno realiza experiências em laboratório, por exemplo. Já o discurso de autoridade é utilizado quando o aluno se utiliza do discurso de outrem ou do conhecimento já estabelecido para fortalecer sua justificativa.

Verificamos que, nos argumentos utilizados pelos três grupos participantes, os discursos são baseados em fontes de informação de discurso de autoridade, já que os estudantes apoiam suas escolhas no conhecimento já estabelecido.

O grupo 1, de Elba, Teresa e Flávio, utiliza como referências artigos de revistas científicas e uma monografia na área de farmacologia, que foram por nós verificados para com-

provar a confiabilidade dos dados que respaldam os argumentos. O grupo também realizou buscas por informações sobre as características dos agrotóxicos nos sites da Embrapa, da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná e de uma fabricante de produtos agrícolas

(neste caso, o objetivo do grupo, ao que nos parece, era ter acesso à bula do agrotóxico).

Os grupos 2 e 3, que resolveram o caso do *Sangue Artificial*, tiveram um problema em todo o percurso de resolução dos casos em relação às fontes de informação, já que, segundo eles, havia poucos artigos científicos disponíveis em português. O grupo 2 baseou a sua argumentação em dois artigos: o primeiro publicado em revista científica sobre substâncias carreadoras de oxigênio livre na célula e o segundo publicado em revista eletrônica. Já o grupo 3 baseou sua apresentação em informações presentes em sites jornalísticos, sem citar artigos científicos. A respeito disso, gostaríamos de evidenciar o nosso cuidado em pesquisar

Em relação à substância que deve substituir o sangue, o grupo identificou o PFC, a proteína bovina e, também, citou a proteína extraída da beterraba, porém sem justificativas específicas sobre essa última.

artigos científicos sobre o tema antes mesmo da elaboração dos casos. A falta de experiência em realizar pesquisas bibliográficas e a dificuldade de comunicação na língua inglesa podem ter atrapalhado os estudantes na fase de busca pelas fontes.

Assim, podemos argumentar que os grupos 1 e 2 apresentaram fontes de informações confiáveis, por se tratarem de artigos publicados em periódicos especializados. O mesmo não podemos afirmar a respeito do último grupo, que se baseou em apenas uma revista de divulgação científica e sites da internet.

Análise da percepção de aspectos da natureza da ciência

Uma breve descrição de cada um dos aspectos da NdC considerados neste trabalho é apresentada na Tabela 3. As categorias analisadas tiveram como base o trabalho de Santos (2013), a fim de elencar os aspectos centrais relacionados à NdC. Seguiremos a mesma sequência do tópico anterior, analisando as considerações de cada um dos três grupos participantes.

O primeiro grupo que trabalhou com a temática do uso de agrotóxicos, baseando sua decisão principalmente no que diz respeito à preocupação ambiental, embora tenha se mostrado a favor do uso de agrotóxicos para o referido caso, também apresentou contrapontos em relação ao seu uso. A esse respeito, Elba expõe que:

Elba: quanto ao impacto ambiental, no entanto, embora figurem entre alguns dos mais seguros para o meio ambiente, ainda representam perigo acentuado para certos ecossistemas: o Evidence, classificação de risco ambiental III, é altamente tóxico para aves

e abelhas, podendo afetar outros insetos benéficos, sendo recomendado o uso fora da época de maior visitação das abelhas. Seu uso também deve ser feito da forma recomendada para evitar contaminação do solo, da água e ar, assim como flora e fauna. [...] Já o Actara, de risco ambiental também III, apresenta alto potencial de deslocamento no solo, podendo atingir lençóis de água subterrâneos, daí um cuidado especial quando a sua aplicação. Também é altamente tóxico para abelhas e outros insetos benéficos, recomendando-se aplicação fora da estação de maior visitação. [13] Também apresenta toxicidade para organismos aquáticos e que vivem no solo. [16]

Ao explicitar os problemas ambientais gerados pelo uso dos defensivos químicos na lavoura, a aluna demonstra que a ciência é provida de contradições e ambiguidades. A partir da fala de Elba e de acordo com nossa interpretação podemos dizer que o texto expressa uma **visão crítica da ciência (1)**, opondo-se à ideia do determinismo tecnológico de que toda inovação é positiva, pois busca resolver problemas que levam ao progresso social (Auler e Delizoicov, 2001). Não encontramos os demais temas nas produções individual e coletiva desse grupo.

Sobre as produções textuais do grupo 2, procuramos evidências que expressem a visão da ciência e a sua relação com aspectos sociais:

Grupo 2: Procura atender a demanda que é menor que o número de doadores. [...] E, ajudar em casos de transfusões de emergência ou em casos de ne-

Tabela 3: Descrição dos aspectos relacionados à categoria natureza da ciência

Aspecto	Descrição
Visão geral sobre a ciência e seu papel social	<p>Análise da concepção dos alunos sobre o que é ciência e seu papel na sociedade. Para isso, consideramos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visão positiva sobre a ciência que considera todos os resultados científicos como benefícios para a sociedade. 2. Visão neutra, para qual o desenvolvimento das pesquisas científicas acontece alheio à demanda social, de modo que ciência e sociedade não se influenciam mutuamente. 3. Visão crítica sobre a ciência, que considera as relações CTSA e as limitações da ciência.
O fazer científico: normas e métodos da ciência	<p>Identificar a ideia dos estudantes a respeito do fazer ciência, em especial, no que se refere aos métodos científicos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Existência de Método Científico universal, com normas fechadas e infalíveis. 2. Existência de métodos científicos, adequados à situação-problema em questão, com o pensamento criativo orientado por hipóteses baseadas em teorias.
Empreendimento científico	<p>Funcionamento interno:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trabalho científico autônomo e individualista. 2. Trabalho científico colaborativo, em equipe e institucionalizado. <p>Funcionamento externo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entendimento sobre financiamento e influência política na ciência.

cessidades específicas, que precisem de transfusões constantes.

[...] Novos meios de suprir e controlar a biomedicina dos enfermos que necessitam de sangue. Podendo salvar ou prolongar vidas.

Entendemos que o grupo 2 acredita que a ciência existe para resolver as demandas sociais. Os alunos deixam em evidência o aspecto positivo da pesquisa científica sobre sangue artificial, pois, para eles, o objetivo maior desses estudos é “salvar ou prolongar vidas”. Mas também deixam claro uma série de problemas decorrentes do uso de sangue artificial, como os graves efeitos colaterais, a possível incompatibilidade do fator Rh quando se usa o plasma bovino e a necessidade de aumentar a pressão de O₂, no caso do PFC. Consideramos que o grupo, embora ainda expresse uma **visão de ciência positiva (1)**, avança no sentido de compreender as contradições que estão envolvidas no processo.

Também consideramos que os participantes tenham expressado uma percepção mais real a respeito do **fazer científico (2)**, já que conseguiram identificar o fato de que pesquisas com seres humanos devem seguir um protocolo rígido, fundamentado em princípios éticos que respeitem a vida e a liberdade individual.

Por fim, com relação ao **empreendimento científico (3)**, destacamos a importância da compreensão sobre a influência do fator econômico para o desenvolvimento de técnicas e produtos científico-tecnológicos. No que diz respeito ao funcionamento externo do empreendimento científico, consideramos essa colocação dos alunos:

***Grupo 2:** Nesse caso, leva-se em consideração o gasto na produção – estudo e desenvolvimento – de pouco sangue artificial. [...] Fase longa de testes. [...] Investimento inicial de 12 milhões de libras (R\$ 59 milhões). [...] Por isso, se torna difícil produzir sangue artificial em larga escala. [...] Altíssimo custo ainda em fase de testes...*

De acordo com a citação anterior, os alunos indicam o fato do capital influenciar diretamente as pesquisas na área e que esse investimento é significativamente oneroso. Para eles o alto custo de produção pode ser um impasse para a produção do sangue artificial. Esse comentário do grupo reforça a nossa hipótese de que os alunos têm certa compreensão de como o empreendimento científico funciona e de sua relação com o fator econômico.

De modo similar ao grupo anterior, o grupo 3 entende que as pesquisas sobre sangue artificial existem para resolver um problema social que seria a “escassez de doadores” (grupo 2), assim, a ciência seria um caminho para essa demanda

da sociedade. Sobre esse aspecto, Luís afirma que “[...] os PFCs foram a parte mais interessante pois está sendo usado muito focado para a ajuda humana”.

A fala de Luís reforça essa ideia de que a ciência existe para ajudar a humanidade, porém nesse caso, os alunos não identificam as contradições e dificuldades envolvidas nesse tipo de pesquisa, o que nos leva a observar que predomina a **visão positiva da ciência (1)**.

Sobre o empreendimento científico em seu funcionamento interno (2) os alunos citam a contribuição de Thomas Chang, um cientista do Canadá, que procura substituintes para o sangue.

***Grupo 3:** A primeira encapsulação foi feita em 1957 por Thomas Chang que continuou o trabalho utilizando como membrana artificial, proteínas, bicamadas de fosfolípidios complexadas com polímeros e outros. Thomas Chang na McGill University (Canadá) tem produzido nanocápsulas de 150nm de diâmetro a partir de uma membrana polimérica biodegradável.*

Escolhemos destacar esse trecho do texto para refletir sobre a visão dos alunos a respeito da dinâmica do trabalho científico. Na nossa interpretação os alunos entendem o trabalho científico como realizado de maneira individual. Chang desempenha aqui o papel de herói da ciência que realiza descobertas autonomamente. Essa é uma concepção sobre a

pesquisa científica que destoa da maneira como é realizada a pesquisa na contemporaneidade (Reis, 2004; Praia *et al.*, 2007; Santos, 2013).

A reduzida produção individual e coletiva desse grupo não nos permite avançar nas análises e identificar os demais aspectos propostos.

Considerações finais

Analisando o conteúdo da resolução dos casos percebemos que, com exceção de um grupo, os participantes apresentaram fontes de informações confiáveis. Todos os grupos fundamentaram a produção oral e escrita em discurso de autoridade. As decisões pertinentes aos casos foram baseadas, principalmente, em aspectos socioeconômicos e ambientais, o que a nosso ver contribui para que entendam as relações CTSA inerentes a QSC.

Com relação à compreensão sobre a natureza da ciência e seu papel social, podemos considerar que os alunos têm avançado no sentido de uma concepção mais crítica de ciência e na percepção das relações CTSA. Houve poucas referências em relação à concepção do fazer científico e ao empreendimento científico. Ainda assim, no caso do *Sangue Artificial*, percebe-se a compreensão por uma parte

dos participantes em relação à influência da economia e da necessidade de financiamento nas pesquisas científicas.

Destacamos aqui que é possível vislumbrar as possibilidades de adaptação da proposta em diferentes níveis de ensino, seja utilizando QSC que demandem a compreensão de conceitos mais elementares para o ensino básico, ou o trabalho com casos que exijam o domínio de conceitos mais avançados e a busca em periódicos científicos, no contexto do ensino superior.

No entanto, temos consciência das dificuldades em trabalhar QSC e aspectos relacionados à NdC, especialmente em cursos de ensino superior, nos quais prevalece o ensino tradicional. De maneira geral, neste nível ainda é restrito o espaço para atividades que exigem do estudante a reflexão, o pensamento crítico e a tomada de decisão, seja por resistência dos docentes, pelo desconhecimento dessas metodologias, por problemas estruturais das universidades públicas brasileiras ou por questões de calendário e currículo.

No entanto, vale ressaltar as possibilidades que esta abordagem pode trazer para o entendimento de como as visões dos estudantes acerca da NdC influenciam o modo como produzem seus argumentos e tomam decisões. Ou ainda, no sentido inverso, este tipo de abordagem pode promover e facilitar a compreensão da NdC ao longo do percurso de produção de argumentos sobre QSC. Tais benefícios são de grande relevância, especialmente no âmbito dos cursos de formação de professores, mas também para a formação de cidadãos capazes de se posicionar adequadamente frente a questões controversas, o que não deixa de ser um objetivo a ser almejado no ensino de graduação em qualquer área.

As reflexões suscitadas por este trabalho evidenciam que o papel do professor é de fundamental importância na construção ou reconstrução de uma visão da natureza da ciência mais adequada e próxima da realidade atual. Desse modo, o professor atua como um influenciador na desconstrução das ideias de senso comum, notícias falsas e pós-verdades que são fortemente difundidas pelos meios de comunicação de massa e redes sociais, que acabam afetando, direta ou

indiretamente, as decisões coletivas e/ou individuais relacionadas a QSC.

Buscamos com este estudo promover a argumentação, mas para além desse foco também foi de interesse incentivar a pesquisa, o trabalho em grupo, a compreensão de aspectos da NdC, a tomada de decisão e a comunicação a partir de QSC. Essas habilidades estão relacionadas ao desenvolvimento do pensamento crítico a respeito da ciência, do trabalho científico e do empreendimento científico.

Fazemos isso a partir da teoria crítica social, seguindo a concepção de Paulo Freire (1987) sobre a pesquisa, a educação e a sociedade. Acreditamos que na contemporaneidade não podemos mais alimentar a visão positiva e neutra da ciência, desvinculando-a de seu papel social, ignorando as contradições envolvidas no processo de construção da ciência, reafirmando a ideia de ciência elitizada. Mas também entendemos que a mudança é processual e que as pesquisas que têm como objetivo promover a alfabetização científica do cidadão dão a sua parcela de contribuição para esse avanço que queremos.

Consideramos ainda que essas discussões no âmbito de sala de aula, para além do conteúdo científico, porém sem deixá-lo em segundo plano, mas integrando-o a aspectos sociais, ambientais, éticos, econômicos e políticos, como propõem as orientações sobre as QSC, muito contribuem para a promoção de uma visão mais humanística da ciência e da educação científica, numa perspectiva freireana, para a alfabetização científica do cidadão e para uma participação democrática mais crítica e socialmente responsável.

[...] o professor atua como um influenciador na desconstrução das ideias de senso comum, notícias falsas e pós-verdades que são fortemente difundidas pelos meios de comunicação de massa e redes sociais, que acabam afetando, direta ou indiretamente, as decisões coletivas e/ou individuais relacionadas a QSC.

Jéssyca Brena Soares Rodrigues (jessycabrena.quimica@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Federal da Paraíba, é mestre em Química pelo mesmo instituição e professora do Ensino Fundamental e Médio da rede pública no estado da Paraíba. - João Pessoa, PB – BR. **Karen Cádila Weber** (karen@quimica.ufpb.br), licenciada em Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), mestre e doutora em Ciências (Físico-Química) pela Universidade de São Paulo (USP), é docente do Departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). João Pessoa, PB – BR.

Referências

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MARTÍN, M.; OLIVA, J. M.; ACEVEDO, P.; PAIXÃO, M. F. e MANASSERO, M. A. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 2, n. 2, p. 121-140, 2017.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-

tecnológica pra quê? *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977.

DENZIN, N. e LINCOLN, Y. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N.; LINCOLN, Y. (Org). *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2ª ed. Tradução Sandra Regina Netz. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

DOSHI, N.; ZAHR, A. S.; BHASKAR, S.; LAHANN, J. e MITRAGOTRI, S. Red blood cell-mimicking synthetic biomaterial particles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 106, n. 51, p. 21495–21499, 2009.

- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GIL-PÉREZ, D. G.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A. e PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência e Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GUO, J.; AGOLA, J. O.; SERDA, R.; FRANCO, S.; LEI, Q.; WANG, L.; MINSTER, J.; CROISSANT, J. G.; BUTLER, K. S.; ZHU, W. e BRINKER, C. J. Biomimetic rebuilding of multifunctional red blood cells: modular design using functional components. *ACS Nano* v. 14, n. 7, p. 7847–7859, 2020.
- HERREID, C. F. What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, v. 27, n. 3, p. 163-165, 1998.
- KIM, H. e SONG, J. The features of peer argumentation in middle school students' scientific inquiry. *Research in Science Education*, v. 36, n. 3, p. 211-233, 2005.
- KINCHELOE, J. L. e MCLAREN, P. Repensando a teoria crítica e a pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. e LINCOLN, Y. (Org). *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006.
- LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.
- MARTINS, I. Sangue artificial: engenharia nas veias. *Superinteressante*, n. 65, 1993.
- MENDES, M. R. M. e SANTOS, W. L. P. Argumentação em discussões sociocientíficas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 18, n. 3, p. 621-643, 2013.
- MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.
- NOVARETTI, M. C. Z. Importância dos carreadores de oxigênio livre de células. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, v. 29, n. 4, p. 394-405, 2007.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D. e VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência e Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.
- REIS, P. G. R. *Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da terra e da vida*. 2004. 448 p. Tese (Doutorado em Educação – Didática das Ciências) – Universidade de Lisboa. Lisboa, 2004.
- SÁ, L. P. *A argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos*. 2006. 165 p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Química Analítica) – Instituto de Química de São Carlos. São Carlos, 2006.
- SÁ, L. P. e QUEIROZ, S. L. *Estudo de casos no ensino de química*. Campinas: Editora Átomo, 2010.
- SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C. e QUEIROZ, S.L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química. *Educación Química*, v. 24, p. 522-528, 2013.
- SANTOS, P. G. F. dos. *O tratamento de questões sociocientíficas em um grupo de professores e a natureza do processo formativo fundamentado em uma perspectiva crítica*. 2013. 209 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência – Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciência, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2013.
- SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação*, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.
- SOUZA, S. M. C. e COSTA, L. V. Duplo dano ao abacaxi. *Revista Cultivar Hortaliças e Frutas*, n. 15, 2002.
- TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. *Ciência e Educação*, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.
- ZANON, D. A. V.; OLIVEIRA, J. R. S. e QUEIROZ, S. L. O “saber” e o “saber fazer” necessários à atividade docente no ensino superior: visões de alunos de pós-graduação em química. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 1, p. 140-159, 2009.

Abstract: *The decision-making process and the perception of aspects of the nature of science in the argumentative discourse about socioscientific cases.* In this paper, we aimed to analyze the decision-making process and the perception of the nature of science by higher education students in chemistry, based on the argumentation promoted by the resolution of cases that explore socio-scientific issues. This kind of approach is in line with the objectives of scientific literacy, aiming at the formation of citizens focused on democratic participation. Research participants solved the cases in small groups and presented the chosen solution orally. We noticed that students based their decisions, mainly, according to socioeconomic or environmental factors and having scientific knowledge as a reference. The experience favoured the understanding of socioeconomic and environmental aspects related to science and scientific work, in addition to contributing to the development of research and group work skills.

Keywords: nature of science; socioscientific issues; argumentation.

Argumentação sociocientífica em torno da implantação de uma usina termoeétrica em Sergipe

Filipe S. de Oliveira, Maria Clara P. Cruz e Adjane da C. T. e Silva

Este artigo apresenta uma análise da qualidade dos argumentos desenvolvidos por alunos da Educação Básica, na fase final de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), utilizando o Padrão de Argumento de Toulmin. A SEI foi estruturada em torno de uma questão sociocientífica, a qual demandou a tomada de posição dos alunos acerca da implantação de uma usina termoeétrica em sua região. Os resultados evidenciam que os alunos ponderaram aspectos sociais, ambientais e econômicos, aliados aos conhecimentos científicos, para a tomada de decisão. Como a temática é controversa, observaram-se refutadores na maioria dos argumentos e também garantias de inferência constituídas por valores éticos, além daquelas que, baseadas em conteúdo científico, apresentavam uma relação de causa e efeito direta com os dados, ligando-os à conclusão. Concluiu-se que os alunos construíram uma consciência crítica em relação à temática, na perspectiva da Alfabetização Científica voltada para a formação cidadã.

▶ argumentação, questões sociocientíficas, termoeétrica ◀

Recebido em 25/09/2020, aceito em 05/01/2021

Com a mudança da política de ensino no Brasil, a argumentação passou a ser considerada como uma das dez competências gerais indicadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio (Brasil, 2017). Isso expressa o investimento crescente da comunidade de pesquisa nacional da área de Ensino de Ciências sobre a temática (Braga *et al.*, 2019). A argumentação tem sido bem discutida há algum tempo em pesquisas de várias partes do mundo, as quais crescem em ritmo acelerado a partir da década de 1990 (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000; Erduran *et al.*, 2004; Jiménez-Aleixandre e Erduran, 2008; Garcia-Mila *et al.*, 2013). Porém, aliar adequadamente a argumentação à alfabetização científica tem sido um desafio ainda pouco explorado na prática em nosso país (Sasseron, 2015).

A argumentação científica, desenvolvida ao longo de um processo investigativo, favorece a compreensão acerca da produção e legitimação dos conhecimentos, em processos que envolvem a dimensão discursiva da ciência (Santos *et al.*, 2001; Silva, 2015; Ferraz e Sasseron, 2017; Oliveira *et al.*,

2020a). Na perspectiva sociocientífica, por sua vez, o discurso dos alunos implica a construção de argumentos para defender um ponto de vista de maneira crítico-reflexiva por meio de conhecimentos científicos que se voltam à análise de aspectos sociais e ambientais. Então, as Questões Sociocientíficas (QSC) se enquadram no desenvolvimento e avaliação de discursos argumentativos produzidos como forma de entender o mundo. Como estratégias didáticas, temas controversos são utilizados para fomentar, em sala de aula, debates envolvendo os prós e os contras em torno de uma problemática, a fim de gerar as bases para um argumento que mostra o perfil de decisão do aluno.

Uma temática muito relevante para o estado de Sergipe foi a recente implantação de uma usina termoeétrica. Todo empreendimento humano deste porte causa impacto ao ambiente, dentre outras implicações à sociedade e, se trabalhado em sala de aula com QSC e argumentação, favorecerá o ensino de conteúdos da Química, relacionados a outros saberes, bem como o exercício para a formação cidadã.

Na perspectiva sociocientífica, por sua vez, o discurso dos alunos implica a construção de argumentos para defender um ponto de vista de maneira crítico-reflexiva por meio de conhecimentos científicos que se voltam à análise de aspectos sociais e ambientais.

Este artigo discute como os alunos posicionaram-se frente à implantação da termoeletrica em Sergipe, na fase final de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) elaborada em torno da compreensão sobre como tal tipo de usina produz energia e quais as suas repercussões para a sociedade e o ambiente.

O artigo é continuação da pesquisa apresentada em Oliveira *et al.* (2020a), a qual analisou os argumentos dos alunos na perspectiva científica, produzidos nas fases de conceitualização e investigação do Ciclo Investigativo (Pedaste *et al.*, 2015) em que se constituiu a SEI. Neste artigo, aborda-se a fase de discussão desse ciclo, em que os alunos desenvolvem argumentos na perspectiva sociocientífica, posicionando-se diante da implantação da termoeletrica, um tema controverso expresso por meio de uma QSC.

O problema central desta pesquisa se expressa no seguinte questionamento: Quais as características do discurso argumentativo de alunos de Química na tomada de decisão sobre o tema sociocientífico “implantação de uma termoeletrica em Sergipe”? Partindo desse problema, buscou-se avaliar a qualidade dos argumentos dos alunos, por meio do Padrão Argumentativo de Toulmin (2006), focalizando suas estruturas e conteúdos.

Argumentação, Questões Sociocientíficas e Alfabetização Científica

No Brasil, há um intenso debate no campo da educação que aponta para transformações no modo de ensinar, considerando o que vem sendo requerido, mais recentemente, em documentos oficiais. A demanda por mudanças pedagógicas é um reflexo do mundo contemporâneo, em que a informação é de fácil acesso e o aluno, ao se apropriar dela, pode transformá-la em conhecimento para a vida, por meio de um processo interativo aluno-aluno, aluno-professor e aluno-mídias (Santos *et al.*, 2018). Assim, os alunos serão capazes de se adaptar ao crescimento continuado do conhecimento (Kuhn, 2016). Nesse sentido, a BNCC para o Ensino Médio apresenta-se como um documento de orientação quanto aos objetivos de aprendizagem de cada etapa da formação escolar, considerando as particularidades de cada escola no que diz respeito à metodologia e aos aspectos socioculturais e regionais (Brasil, 2017).

No entanto, existe uma consolidada crítica à BNCC por parte da comunidade de pesquisa e pedagógica. Uns se opõem à ideia de uma base curricular comum (Lopes, 2019). Outros concordam com a necessidade de uma base comum nacional, mas tal concordância vem acompanhada de ressalvas. Neste segundo pensamento, há uma aversão à visão tradicional dos currículos organizados por objetivos, baseados em uma standardização da educação e, assim, geram-se críticas ao documento atual, tendo-se em vista:

O problema central desta pesquisa se expressa no seguinte questionamento: Quais as características do discurso argumentativo de alunos de Química na tomada de decisão sobre o tema sociocientífico “implantação de uma termoeletrica em Sergipe”?

a) o conteúdo e a estrutura; b) os agentes que encabeçaram o processo, os quais teriam privilegiado especialistas, pesquisadores estrangeiros e agentes privados que concentram capital econômico; e, por fim, c) o processo de construção do documento (BNCC) que não considerou um diálogo com as críticas pertinentes (Michetti, 2020).

De qualquer forma, tanto nas discussões acadêmicas quanto em documentos oficiais, não se admite o ensino apenas conceitual. Ele deve gerar sentidos e significados, pois o ser humano é um sujeito com valores, que constrói sua própria história. Nessa perspectiva, a BNCC sugere as competências e habilidades específicas para as Ciências da Natureza. Antes, porém, descreve 10 competências gerais, sendo que a sétima delas refere-se à argumentação.

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (Brasil, 2017, p. 9).

Mas, como se pode argumentar? O que indica que uma construção textual ou oral é argumentativa? Há algum padrão de construção? Na literatura da Educação em Ciências há distintos referenciais utilizados, com seus respectivos esquemas analíticos (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 1958; Walton, 1989, por exemplo). Todavia, existe uma ferramenta analítica frequentemente utilizada na área e que serve como padrão para caracterizar e qualificar um argumento. Ela constitui-se, fundamentalmente, de dados (D), conclusão (C) e justificativa ou garantia de inferência (W). Este é o Padrão básico de Argumento de Toulmin, também conhecido como *Toulmin's Argument Pattern*

(TAP). Ele considera que, quando apresentamos uma conclusão sobre um determinado evento ou informação, somos desafiados a justificá-la. Para isso, devem-se utilizar dados que apoiam essa conclusão e garantias de inferência, que podem ser percebidas como uma lógica de raciocínio, pela qual se estabelece a ligação entre os dados e a conclusão. Com isso, expande-se a ideia de argumento com a estrutura “se D, então C”, para outra em que se tem “a partir de um dado D, já que W, então C” (Toulmin, 2006). Assim, o dado e a garantia de inferência sustentam a conclusão formando-se o argumento. As garantias de inferências são chamadas também de justificativas, pois estabelecem as relações entre os dados e a conclusão. À estrutura básica podem ser acrescentados Qualificadores Modais (Q), Refutadores (R) e Conhecimento de Base (B), (Figura 1). Os qualificadores constituem-se em palavras que expressam o grau de certeza de uma conclusão, como por exemplo: provavelmente, certamente, possivelmente. Tais

palavras colocam-se à frente da conclusão, ou seja, da alegação que se busca legitimar. Os refutadores especificam em que condições a garantia não é válida. Além disso, a garantia de inferência, que apresenta um caráter hipotético, pode estar apoiada em uma alegação categórica baseada em uma lei ou teoria, por exemplo. Esse elemento que dá suporte à garantia de inferência é denominado de Apoio ou Conhecimento de Base (B). Vejamos a Figura 1.

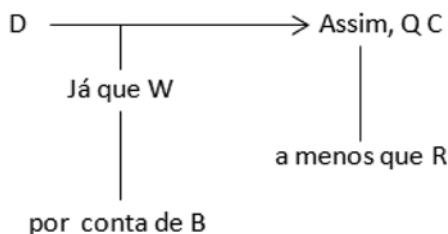


Figura 1: *Layout* completo do TAP. Fonte: Toulmin (2006, p.150).

Garcia-Mila *et al.* (2013) utilizaram o TAP para analisar os argumentos dos alunos na escolha entre diferentes fontes de energia para uma cidade, a saber: a nuclear, a solar e a térmica (com uso de biodiesel). Os autores verificaram diferentes tipos de argumento, tendo em vista as combinações dos elementos que compõem o modelo proposto por Toulmin (2006). Abaixo, segue um exemplo de argumento verificado na pesquisa, apresentando a maioria dos elementos do modelo. Tal argumento é apresentado na Figura 2, por meio do *layout* de Toulmin.

“Eu proponho a estação térmica porque, embora ela gere alta quantidade de CO₂, nós podemos evitar acidentes nucleares. Estes podem ser muito prejudiciais para as espécies da área como foi o acidente de Chernobyl” (Garcia-Mila *et al.*, 2013, p. 506. Tradução nossa).

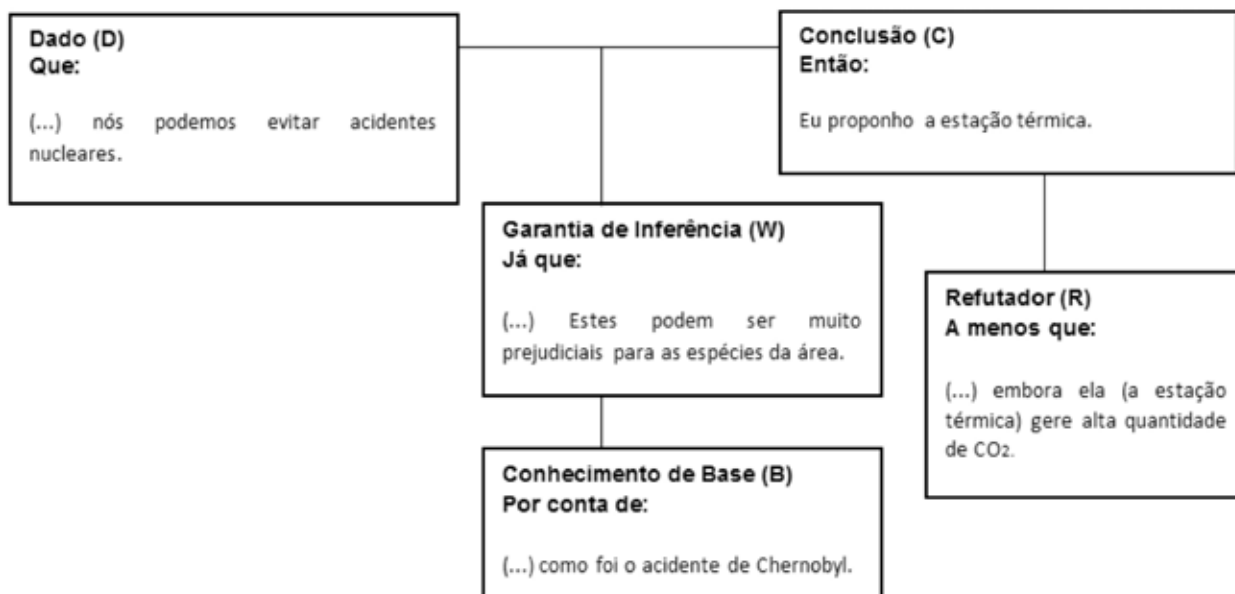


Figura 2: Argumento do tipo DCWBR de um aluno para a escolha de uma fonte de energia para sua cidade. Fonte: Garcia-Mila *et al.*, 2013.

Nesse exemplo, fica claro que os componentes do TAP não se apresentam no texto em uma ordem definida. Eles devem ser analisados e colocados no modelo por meio de uma análise que é tanto mais criteriosa quanto maior a complexidade estrutural e de sentidos mobilizados. Percebe-se também que a habilidade de argumentar “(...) envolve o reconhecimento de afirmações contraditórias e o estabelecimento de relações entre as afirmações e as evidências” (Scarpa *et al.*, 2017, p. 17).

A qualidade de um argumento tem sido discutida em várias pesquisas que fazem uso do Modelo de Toulmin (2006). A verificação das combinações dos elementos propostos no modelo, com base na metodologia proposta por Erduran *et al.* (2004) é um fator recorrente para isso (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000; Zohar e Nemet, 2002; Garcia-Mila *et al.*, 2013). Além de levar em conta a combinação entre os elementos do TAP, considerar a frequência com que tais elementos aparecem no argumento tem sido tomado também para inferir sobre a sua qualidade (Sá *et al.*, 2014; Brito e Sá, 2010; Sá e Queiroz, 2007). Aliada à percepção dos elementos estruturais, considera-se ainda a análise do conteúdo, indo, nesse sentido, além do modelo proposto por Toulmin, cujo foco está na estrutura do argumento. Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) observam que se torna difícil estudar a argumentação sem articulação com a aprendizagem das ciências. Nesse sentido, ressaltam a importância de analisar as garantias de inferência (ou justificativas) e os conhecimentos de base, verificando a sua adequação aos conhecimentos científicos.

Para Kuhn (1991), os contra-argumentos e contestações/refutadores são as habilidades mais complexas no discurso argumentativo, conferindo-lhe qualidade. Quando os estudantes fazem uma refutação, eles não apenas necessitam justificar a sua asserção, mas também procurar suas limitações (avanzando no contra-argumento do parceiro). Assim,

devem integrar teorias alternativas às suas próprias teorias para argumentar que a sua própria teoria é a mais correta.

O argumento pode ser uma produção individual ou co-construída, como verificado em vários estudos empíricos (Oliveira *et al.*, 2020a; Jiménez-Aleixandre e Erduran, 2008; Jiménez-Aleixandre e Brocos, 2015). Isto depende de muitos fatores, sendo um deles o perfil de ensino que o professor apresenta ao aluno. Ele pode favorecer um processo investigativo em uma sequência didática, que presume um processo interativo aluno-professor, aluno-aluno e aluno-material didático, em uma mediação constante (Oliveira *et al.*, 2020a).

O ensino por investigação volta-se para a alfabetização científica, a qual pode ser percebida como composta por três eixos fundamentais (Sasseron e Carvalho, 2008). O primeiro corresponde à compreensão da ciência, em que são desenvolvidos e adquiridos os conhecimentos teóricos. O segundo envolve a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática, voltando-se para o fazer científico, o que se dá pelo desenvolvimento de atividades investigativas, discussões acerca de episódios da história das ciências e outras atividades que ilustrem as diferentes influências presentes no momento de proposição de um novo conhecimento. O terceiro envolve as complexas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, o que permite uma visão mais atualizada da ciência.

As QSC relacionam-se mais diretamente ao terceiro eixo estruturante da alfabetização científica, porém, aliadas ao ensino por investigação chegam a contemplar os três eixos acima expostos. QSC são questões controversas que exigem articulações conceituais e processuais da ciência com distintos campos da realidade para que sejam respondidas. Aspectos políticos, sociais, econômicos, ambientais são considerados, apontando soluções pouco claras, ou sendo passíveis de várias soluções (Sadler, 2004). A tomada de decisão é exigida do estudante e, conseqüentemente, a argumentação pode ser trabalhada.

No Brasil, as pesquisas envolvendo o uso de QSC em sala de aula surgem como uma alternativa de aplicação para a abordagem CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), abrindo espaço para a argumentação (Sousa e Gehlen, 2017). A ocorrência dessas relações na prática de ensino é vista como difícil, pois o professor acaba por enfatizar conteúdos científicos, não explorando suficientemente a argumentação dos alunos. A qualidade dos argumentos produzidos fica questionável (Braga *et al.*, 2019; Queiroz e Sá, 2009; Conrado *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2001). Com base no levantamento dessa constatação, Braga *et al.* (2019) entendem serem relevantes pesquisas que auxiliem na superação destas dificuldades. Em nosso estudo, procuramos contribuir para tal superação, apresentando uma discussão

sobre os argumentos dos alunos produzidos em uma SEI desenvolvida em torno de uma QSC.

Aspectos metodológicos

A pesquisa apresentada neste artigo é de natureza predominantemente qualitativa, contando também com dados quantitativos, sendo um estudo de caso envolvendo intervenção didática em uma sala de aula do Ensino Médio. Uma SEI elaborada de acordo com o Ciclo Investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015) foi aplicada, na forma de oficina, em uma turma de 2ª série, composta por 28 alunos de uma escola da Rede Federal de Ensino Básico e Tecnológico.

A utilização de uma câmera de vídeo, focalizando toda a turma, permitiu a verificação das interações que o professor desenvolvia com os alunos. Também foi tomado um grupo específico para análise, cujas interações, entre os seus alunos e destes com o professor, foram capturadas por meio de gravador. Tal grupo foi selecionado dentre os demais pelo fato de seus integrantes debaterem mais intensamente que os outros e, deste modo, expressarem mais nitidamente o movimento argumentativo, ou seja, o processo de construção de argumentos. Além dos registros em áudio e vídeo, foram obtidos dados escritos oriundos das repostas de todos os alunos aos questionários aplicados ao longo da SEI. Assim, foi possível ter acesso: às discussões que o professor manteve com toda a turma e com um grupo de alunos em particular; às discussões desse grupo de alunos na ausência do professor; e aos textos dos alunos em repostas às questões propostas em questionários.

Os dados registrados em áudio e vídeo, bem como em textos escritos, foram analisados de modo a compreender o processo de construção conjunta de argumentos e caracterizar os argumentos expressos por cada aluno individualmente. Os dados em vídeo foram segmentados em episódios e aqueles mais relevantes foram transcritos e submetidos à análise por meio do TAP, o qual se encontra descrito na seção

anterior. Também aplicamos o TAP aos dados gravados em áudio e aos escritos.

A SEI intitulada “Termoquímica: energia, termoeletrônica e sociedade” compôs-se de 10 aulas, descritas detalhadamente em Oliveira *et al.* (2020b) e distribuídas nas fases apresentadas a seguir:

A SEI e suas fases

Pedaste *et al.* (2015) apresentam uma proposta de ciclo investigativo a partir de uma revisão de literatura, por meio da qual identificaram etapas fundamentais de investigações científicas escolares, recorrentes em diferentes estudos. O ciclo proposto é composto por 5 fases, algumas delas

No Brasil, as pesquisas envolvendo o uso de QSC em sala de aula surgem como uma alternativa de aplicação para a abordagem CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), abrindo espaço para a argumentação (Sousa e Gehlen, 2017). A ocorrência dessas relações na prática de ensino é vista como difícil, pois o professor acaba por enfatizar conteúdos científicos, não explorando suficientemente a argumentação dos alunos.

com subfases, as quais são denominadas de: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão. A compreensão das fases desse ciclo pode contribuir para o professor planejar suas aulas na perspectiva de um ensino por investigação (Montovani *et al.*, 2016). Todavia, como salientam Silva e Souza (2020), o ciclo não deve ser visto como um modelo fechado, cujas fases devam ser seguidas rigorosamente em determinada ordem no momento de elaboração de uma SEI, mas representa indicações de etapas que podem ser tomadas em diferentes estruturas em uma sequência variável, em função da investigação que se quer desenvolver.

a) **ORIENTAÇÃO** (Parte da Aula 1): Nessa fase inicial, o tema e os aspectos gerais da SEI foram apresentados aos alunos a fim de mobilizá-los a se engajarem nas atividades que seriam desenvolvidas. O propósito foi chamar a atenção dos alunos para o que está envolvido no funcionamento de uma termoeletrica, como também as suas consequências ambientais. Como discutido por Pedaste *et al.* (2015), nesta fase busca-se estimular a curiosidade dos alunos sobre um certo tópico e introduzir um desafio de aprendizagem por meio da apresentação de um problema.

b) **CONCEITUALIZAÇÃO** (Parte da Aula 1 e Aula 2): Esta fase envolve um processo de entendimento acerca de conceitos relativos à problemática apresentada. Neste sentido, foi proposta a leitura do texto “Apagão Nunca Mais” e, após o investimento na percepção dos alunos acerca dos diferentes níveis de consumos domésticos de energia, bem como na importância e nos possíveis impactos da instalação de uma termoeletrica para a sociedade e meio ambiente, a questão central da SEI foi apresentada: Como uma usina termoeletrica produz energia e quais as suas repercussões para a sociedade e o meio ambiente?

De acordo com os autores, a retomada ou introdução de conceitos, nesta fase, relaciona-se à elaboração ou proposição de questões e hipóteses, constituindo-se, assim, as subfases: questionamento e elaboração de hipóteses. Tais subfases visam à preparação para a investigação que se instaura na fase seguinte. Todavia, os limites entre as fases de conceitualização e investigação podem-se tornar mais tênues a depender das questões a serem investigadas. No caso de nossa pesquisa, a SEI apresenta uma questão ampla que não encontra resposta por meio da análise de dados coletados de uma única atividade de experimentação ou observação sistemática. Ela envolveu, portanto, dois experimentos que podem ser percebidos como pequenos ciclos investigativos dentro do ciclo mais amplo, abrigando em si questionamentos e hipóteses específicos, assim como a construção de novos conceitos, dando espaço para a conceitualização.

c) **INVESTIGAÇÃO** (Aulas 3, 4, 5 e 6): Nesta fase, os alunos, em grupos, realizam os dois experimentos. O primeiro envolveu a percepção sobre como funciona um gerador termoeletrico (Manual do Mundo, 2015), consistindo na

No caso de nossa pesquisa, a SEI apresenta uma questão ampla que não encontra resposta por meio da análise de dados coletados em uma única atividade de experimentação ou observação sistemática.

geração de energia elétrica, por meio da energia térmica em transição, utilizando uma placa de Peltier entre uma fonte fria e uma fonte quente (recipientes com água a diferentes temperaturas). Os alunos tiveram que observar, analisar e elaborar as suas conclusões a partir dos dados experimentais. O segundo experimento envolveu a determinação do calor de reação do peróxido de hidrogênio conforme descrito em Braathen *et al.* (2008). Posteriormente, a imagem de uma planta simplificada de uma termoeletrica foi utilizada de modo a promover a articulação dos conceitos desenvolvidos e retomados nos dois experimentos, possibilitando a compreensão do funcionamento de uma termoeletrica.

d) **CONCLUSÃO** (Aulas 7 e 8): Nesta fase, foram elaboradas as conclusões a partir dos dados obtidos dos experimentos, a fim de responder à questão central de investigação. O texto intitulado

“Termoeletrica e termoquímica: tudo a ver!” foi lido e discutido, tendo em vista algumas questões propostas, como forma de dar fechamento às ideias até então trabalhadas.

e) **DISCUSSÃO** (Aulas 9 e 10): Para Pedaste *et al.* (2015), a fase de discussão envolve o processo de comunicar aos outros os resultados obtidos de uma fase particular do ciclo ou do ciclo completo, como também o engajamento em atividades reflexivas acerca da investigação e aprendizagem desenvolvidas. Assim, a discussão pode ocorrer ao longo de todas as fases do ciclo ou se concentrar mais nitidamente em seu final. No caso de nossa pesquisa, além das discussões que permearam as fases anteriores, após a conclusão foi estimulada uma reflexão e discussão mais aprofundada acerca das relações entre o funcionamento de uma usina termoeletrica e suas relações com a sociedade e o meio ambiente. Assim, o texto intitulado “A Sociedade e a usina termoeletrica” foi lido e debatido, considerando quatro questões propostas, sendo que duas delas (Questões 1 e 3) merecem destaque por fomentarem a argumentação dos alunos na perspectiva sociocientífica, de acordo com os propósitos deste artigo. Abaixo apresentamos tais questões.

A primeira questão abordou os impactos ambientais causados pela implantação de uma usina termoeletrica. Questão 1: “O processo de implantação de uma usina termoeletrica é longo e permeado por uma série de autorizações ambientais de órgãos de controle visando à identificação de impactos positivos e negativos nos aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos. Do ponto de vista químico, descreva quais serão as implicações ao ambiente. Quais dados você tomou para levantar suas considerações? Existe alguma exceção?”

A questão objeto da análise principal deste artigo foi a Questão 3: “Suponha que você necessite elaborar um relatório em que você opte pela implantação da usina termoeletrica ou não no estado de Sergipe. Escreva um texto em que você justifique os motivos de seu parecer ser favorável à implantação da usina, ou contra ela. Tente explicar essa elaboração com dados e garantias que sejam confiáveis”.

Na seção que segue, apresentamos os resultados obtidos, considerando as discussões do grupo selecionado para análise tendo em vista as questões propostas (1 e 3) e as respostas escritas de todos os alunos à questão 3.

Resultados e Discussão

A análise que passamos a apresentar envolve um contexto de produção de argumentos sociocientíficos, os quais não demandam uma única resposta ou solução para dada questão (Jiménez-Aleixandre e Brocos, 2015). Entretanto, assumimos a concepção de que na perspectiva da ciência escolar, um bom argumento, seja ele científico ou sociocientífico, envolve conhecimento de conteúdo, o que Toulmin (2006) chama de argumentos substantivos. Portanto, consideramos, em nossa análise, a estrutura, ou complexidade dos argumentos, e seu conteúdo, levando em conta sua adequação do ponto de vista científico, principalmente nos elementos justificatórios que sustentam as conclusões e refutadores.

Analisamos os argumentos expressos pelos alunos¹ em textos escritos e também excertos de discussões entre alunos e o professor. A transcrição apresentada no Quadro 1 corresponde a um dos momentos em que os alunos do grupo analisado refletem sobre a elaboração da resposta à primeira questão proposta no questionário.

Verificando a transcrição, é possível perceber o esforço dos alunos em elencar os impactos ambientais, estabelecendo relações causais entre estes e aspectos inerentes ao funcionamento de uma usina termoeletrica. Os alunos iniciam a discussão apontando a poluição atmosférica e o aumento da temperatura do oceano na região próxima à usina como os efeitos mais imediatos desta ao meio ambiente. O funcionamento de uma usina termoeletrica fora bem discutido nas segunda e terceira fases da sequência, em que conceitos foram introduzidos. Assim, tais efeitos foram de imediato lembrados pelos alunos nos turnos 1 e 2. Dos turnos 3 ao 5, todavia, fica evidente que eles estabelecem uma relação de causa e efeito entre o funcionamento da usina e o impacto ambiental.

A ideia articulada entre os alunos A1 e A3 é a de que a emissão de gases poluentes gera poluição atmosférica, a qual torna a chuva ácida. O Aluno 3 questiona o Aluno 1 sobre qual o dado que sustenta a sua alegação de que a usina gera chuva ácida e este responde que é a “emissão de gases poluentes”. Outra relação causal aparece nos turnos 19 e 21, pelo Aluno 1: “E o aumento da temperatura” “Que pode afetar a vida marinha”. No turno 25, o Aluno 4 sintetiza essas ideias: “Se bem que neste textinho já botou os dados! Por que tipo; a gente ia colocar a emissão dos gases... já é um dado e o aumento de temperatura já é outro dado”.

Suscitar o raciocínio dos alunos para as relações causais tem sido visto como um aspecto incluso na alfabetização científica (Sasseron, 2008). O estabelecimento de relações causais colabora para o pensamento crítico, contribuindo assim para a argumentação, visto que constitui o processo de construir suporte (dados e justificativas) para as

Quadro 1: Discussão dos alunos para responder à questão 1

TURNO	LOCUTOR	FALAS
1	Aluno 1	Do ponto de vista químico a gente tem aumento da temperatura oceânica.
2	Aluno 3	Poluição do ar...
3	Aluno 1	Isso, poluição do ar... que pode causar chuva ácida.
4	Aluno 3	Qual dado você tomou para levantar considerações?
5	Aluno 1	Emissão de gases poluentes.
		((Os alunos discutem entre si))
9	Aluno 3	A poluição pode gerar ...
10	Aluno 1	Chuva ácida.
11	Aluno 4	Aumento da temperatura.
12	Aluno 3	Que pode causar danos na vida marinha.
13	Aluno 2	Vamos escrever...
14	Aluno 1	A emissão de gases que poderão causar chuva ácida e aumento da temperatura.
15	Aluno 3	Riscos ambientais. Olha: ((lendo o texto)) “avaliado os riscos ambientais, dentre outros procedimentos legais a obra é liberada para execução ou é embargada”.
16	Aluno 4	Vai ficar como?
17	Aluno 1	A emissão de gases poluentes ((pausa)) que podem causar a chuva ácida.
18	Aluno 4	Depois disso vem o que?
19	Aluno 1	E o aumento da temperatura.
20	Aluno 3	Emissão dos gases tóxicos.
21	Aluno 1	Que pode afetar a vida marinha .
		((Pausa para escreverem)).
22	Aluno 4	Acabou a questão?
23	Alunos 3 e 1	Não.
24	Aluno 3	Qual dado você tomou para levantar considerações? ((lê a pergunta de complementação)).
25	Aluno 4	Se bem que neste textinho já botou os dados! Por que tipo; a gente ia colocar a emissão dos gases, já é um dado e o aumento de temperatura já é outro dado.

alegações, bem como para transformar dados em evidências (Koslowski *et al.*, 2008).

A terceira questão solicita de fato uma argumentação sociocientífica, pois os alunos devem expor seus pontos de vista acerca da implantação da usina. Diante da questão, os alunos discutem entre si, ponderando prós e contras, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Discussão dos alunos para responder à questão 3

TURNO	LOCUTOR	FALAS
1	Aluno 4	Vocês consideram que isto é bom para nosso estado?
2	Aluno 1	Por um lado é bom e por outro não é!
3	Aluno 3	Sempre tem isso!! Mas, vamos ver se os prós são maiores que os contra ou se os contra são maiores que os prós.
4	Aluno 4	Eu sou a favor e você?
5	Aluno 5	Eu sou a favor!
6	Aluno 4	E você?
7	Aluno 2	Não sei!
8	Aluno 4	E você?
9	Aluno 1	Vou botar os prós e os contra!
13	Aluno 2	O que é o pró?
14	Aluno 1	Aumento da produção da energia, diminuição do preço da energia e mais empregos! Como também atraí novas empresas para o estado.
15	Aluno 2	Vou defender!
16	Alunos	Cada um entrega sua versão ao professor.

O excerto da discussão acerca da questão 3, apresentado acima, é representativo dos aspectos socioeconômicos que aparecerão nos argumentos escritos dos alunos. É interessante observar que a discussão representa ainda os tipos de posicionamentos que foram observados nas respostas escritas de toda a turma. Há alunos que se posicionam a favor da implantação da usina, os que se posicionam contra e os que não se posicionam, pois apenas indicam os prós e contras e não definem a sua opção. No turno 3, o Aluno 3 sugere entender que se trata de uma ponderação numérica apenas, ou seja, trata-se de verificar se há mais aspectos favoráveis ou não. Embora essa seja uma dimensão a ser considerada, o que na verdade irá contar é o peso que se dá a cada aspecto. Para alguns alunos, o que mais pesa são os aspectos econômicos ou socioeconômicos, para outros, os ambientais ou socioambientais. Isso é verificado em seus textos escritos, como passaremos a discutir.

Os argumentos dos alunos em textos escritos

O conteúdo dos argumentos – as ideias mobilizadas pelos alunos.

Um primeiro aspecto a ser considerado é a opção dos alunos sobre a implantação da usina. Dos 25 alunos que responderam à questão 3, 11 (44%) foram favoráveis à implantação (A2, A5, A8, A10, A11, A12, A14, A15, A21, A22, A25), 10 (40%) foram contra (A1, A3, A4, A13, A16, A17, A23, A24, A26, A27) e 4 (16%) não argumentaram (A6, A7, A9, A28), ou seja, apresentaram prós e contras à implantação sem defenderem um posicionamento.

A diferença entre os alunos que se posicionaram contra e os que se posicionaram a favor é de 1 (aluno) ou 4,0%, sendo, assim, mínima. Os alunos que se posicionaram a favor da implantação da usina levaram em conta para defender seus pontos de vista, principalmente nos dados e garantias de inferência, aspectos econômicos ou socioeconômicos. Para os que foram contra, os aspectos ambientais ou socioambientais pesaram mais. Os que não argumentaram se limitaram a elencar prós e contras. Vejamos abaixo:

Texto argumentativo do Aluno A2 – Favorável à implantação

A implantação de uma usina termoelétrica no estado de Sergipe irá trazer diversos benefícios como o aumento de empregos, o melhor funcionamento de energia elétrica extra e atrair mais empresas para o local. Em relação aos impactos ambientais gerados de sua implantação, a fiscalização adequada fará com que este seja o menor dos problemas.

Texto argumentativo do Aluno A3 – Contra à implantação

Apesar de poder gerar empregos e reduzir o custo de energia, uma usina termoelétrica traz problemas ambientais como o efeito estufa, dado pelo aumento das concentrações dos óxidos de carbono (COx), nitrogênio (NOx) e enxofre (SOx); aumento da temperatura oceânica, alterando as condições de vida no meio aquático e também pondo em risco a existência de determinadas espécies; influencia nas correntes de vento e, assim, no meio de vida das aves, assim como as correntes do mar. E o uso da energia termoelétrica não é a única solução, Sergipe é um local com bastante correntes de ar e sol por muitas horas, favorecendo o uso da energia eólica e solar.

Texto produzido pelo Aluno A6 – Não argumentou

Existem prós e contra na implantação de uma usina termoelétrica. Temos como pró: o aumento da geração de empregos, aumento de energia no estado e consequentemente a diminuição na tarifa e atrair mais empregos para o nosso estado. Já os contra são os graves danos que podem causar ao meio ambiente como a produção de gases que podem causar chuvas ácidas e o aumento da temperatura do mar em até 3°C. Então devemos analisar bem esses dados.

Contrastando os argumentos de A2 e A3, verificamos que, embora defendendo diferentes pontos de vista, ambos consideram prós e contras em suas respostas, a exemplo do que acontece com a maioria dos argumentos verificados. Assim, aspectos ambientais ou socioambientais, por exemplo, contrapõem-se a econômicos ou socioeconômicos, nos textos dos alunos. Porém, sempre alguns aspectos se sobrepõem nitidamente a outros, a depender do ponto de vista defendido.

Com relação a isso, temos que: 9 alunos (A1, A3, A4, A13, A16, A17, A24, A26 e A27) levaram em conta, para

defender seus pontos de vista, aspectos ambientais e 1 (A23), aspectos socioambientais, sendo estes contra a implantação da usina. Por outro lado, 7 alunos (A11, A12, A14, A15, A21, A22, A25) levaram em conta aspectos econômicos e 4 (A2, A5, A8, A10) aspectos socioeconômicos, sendo estes a favor da implantação da usina. Conforme podemos verificar, nos textos acima apresentados, o que conta para A2 ser a favor da usina são aspectos socioeconômicos, tais como um maior número de empregos e aumento de empresas no local. Para A3 ser contra, o que conta são os aspectos ambientais como o aumento de emissão de gases poluentes e aumento da temperatura oceânica. Os gráficos a seguir, descritos pelas Figuras 3 e 4, expressam esses dados.

A aparição desses aspectos denota o investimento do professor e dos alunos no debate mais aprofundado acerca do tema, em que diferentes dimensões sobre o mesmo são articuladas, na perspectiva de uma formação cidadã (Santos, 2007). Esse fato é requerido neste tipo de ensino. No Quadro 3, apresentamos exemplos de argumentos em relação aos aspectos que preponderaram para a conclusão alcançada.

Considerando a análise do conteúdo dos argumentos, faz-se necessário verificar a acuidade dos fatos e conceitos científicos levantados pelos alunos (Zohar e Nemet, 2002).

Não foram verificados erros conceituais, mas, como era de se esperar, tendo em vista o número de ideias mobilizadas, sobretudo pela comparação da termoeletrica com outros tipos de usinas, algumas informações trazidas pelos alunos são equivocadas ou pouco precisas. Considerar que a implantação da termoeletrica faria uso do gás natural do estado (A15, A21) e que isso diminuiria o preço da tarifa de energia (A10 e A15) foram elas. Como discute Fuhrmann (2016), o Brasil ainda depende de importação de gás natural, pois apesar de termos uma produção nacional, a demanda é maior que a oferta. Com relação à diminuição da tarifa de energia, isso não depende apenas do uso de uma reserva estadual desse gás, mas também de outros fatores tais como política energética, níveis de reservatórios de hidroelétricas, escassez ou não de chuva, dentre outros.

A articulação de diferentes dimensões acerca da implantação da usina expressou-se na aparição de argumentos com refutadores. Estes, conforme explicamos, podem ser entendidos como limitações aos dados apresentados, em sua relação com as conclusões. Dos 21 alunos que elaboraram argumentos em suas respostas, 17 levaram em conta refutadores, o que mostra a capacidade dos alunos em se antecipar a possíveis contra-argumentos, considerando outros pontos

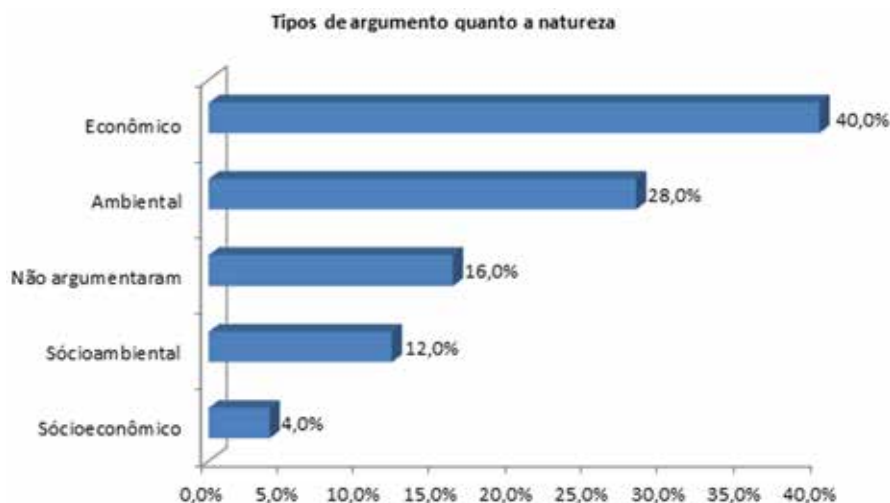


Figura 3: Percentuais dos argumentos quanto à resposta para a questão sociocientífica.

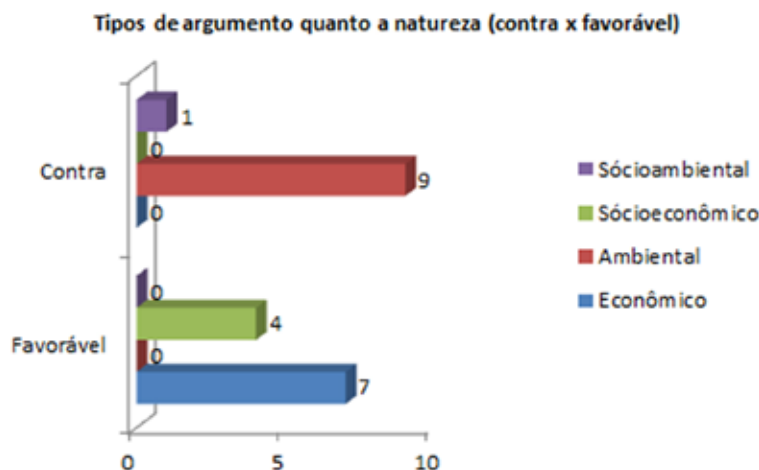


Figura 4: Quantidade de alunos quanto ao tipo de argumento em relação à posição contra ou favorável.

Quadro 3: Aspectos preponderantes no conteúdo dos argumentos dos alunos

Aspectos preponderantes no argumento	Exemplos de argumento
Ambiental	Baseado nas condições climáticas atuais não é de muita sabedoria desfrutar ainda de energia gerada através da queima de gases, principalmente gases tóxicos. Aconselho gerar energia através de recursos abundantes e que não poluem. Talvez possa ainda ajudar temporariamente o município em termos econômicos, mas irá custar mais depois (A24).
Socioambiental	Embora a produção de energia pela usina trará um benefício considerável para a geração de empregos e movimentação da economia, os impactos ambientais, em minha opinião, ainda sobrepõem os benefícios pois os habitantes que vivem da pesca se prejudicarão e a liberação de gases tóxicos aumentarão o nível de poluição do estado e contribuirá para o efeito estufa, que já é um problema sério para as futuras gerações (A23).
Econômico	As termoeletricas podem ser boas fornecedoras de energia, ainda mais quando as hidrelétricas estiverem comprometidas, apresentam várias vantagens como rápida instalação e em lugares que podem ser habitados e utilizam gás natural, o que temos em abundância... (A21).
Socioeconômico	A implantação de uma usina no estado de Sergipe atrairia novas empresas para o estado, também gerar mais energia assim reduziria o custo, empregos seriam gerados o que ajudaria uma parte da população do estado, onde um dos maiores problemas é o desemprego (A8).

de vista em seus próprios argumentos, o que contribui para a sua qualidade (Kuhn, 1991; Garcia-Mila *et al.*, 2013). No argumento de A2, por exemplo, favorável à implantação da usina, tem-se: “Em relação aos impactos ambientais gerados de sua implantação, a fiscalização adequada fará com que este seja o menor dos problemas”. No argumento de A3, contra a implantação, tem-se: “Apesar de poder gerar empregos e reduzir o custo de energia, uma usina termoeletrica traz problemas ambientais (...)”. Tais argumentos expressam o que ocorre nos demais que incluíram o refutador em suas estruturas. Considerando o Modelo de Toulmin (2006), podemos verificar as seguintes estruturas para os argumentos de A2 (Figura 5) e A3 (Figura 6).

Temos, na Figura 5, um argumento composto por Dado, Conclusão e Refutador (DCR), como é possível verificar. Não há, neste argumento, o elemento responsável por fazer a passagem dos dados à conclusão, as garantias de inferência, como discutido por Toulmin (2006). Para o filósofo, tais garantias são informações mais gerais, estabelecidas diferentemente de fatos específicos que são apresentados como dados. À medida que aos dados recorre-se de forma explícita, é possível recorrer de maneira implícita à garantia de inferência. Assim, algumas informações são implicitamente admitidas pelo argumentador e sua audiência, de modo que se torna prescindível de explicitá-las. No caso acima, pode-se considerar que a oferta de empregos, o fortalecimento da economia e outros fatores semelhantes são requisitos fundamentais para o bom funcionamento de qualquer sociedade moderna, sendo tal ideia uma garantia de inferência para o argumento de A2.

No argumento de A3 (Figura 6), temos, semelhantemente ao primeiro, a aparição do refutador (além de dados e conclusão), mas com um elemento a mais, a garantia de inferência, que aparece explicitamente para um dos dados: o aumento da temperatura oceânica e influência nas correntes de vento. Trata-se de uma garantia constituída de um conhecimento científico que apresenta uma relação de causa-efeito com os dados, contribuindo para que o argumentador chegue à sua conclusão. Tem-se que a usina pode aumentar a temperatura oceânica (D), o que afetará a vida marinha e influenciará as correntes marítimas e de vento, interferindo também na vida

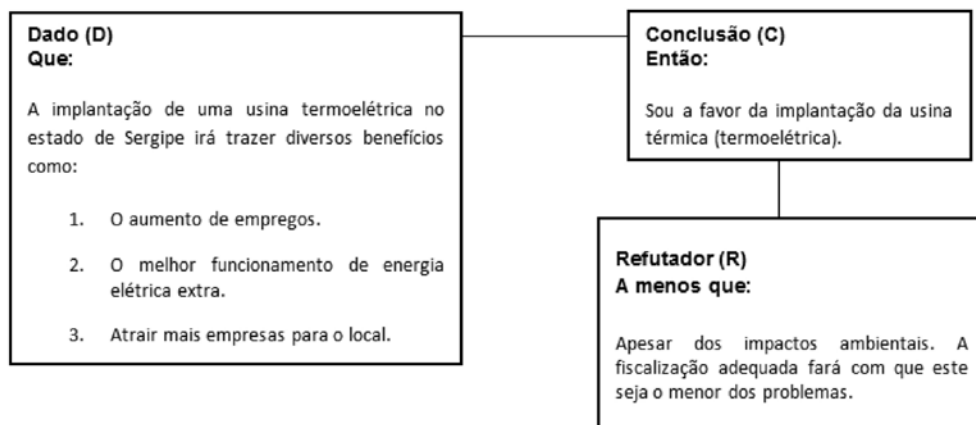


Figura 5: Estrutura do Argumento de A2

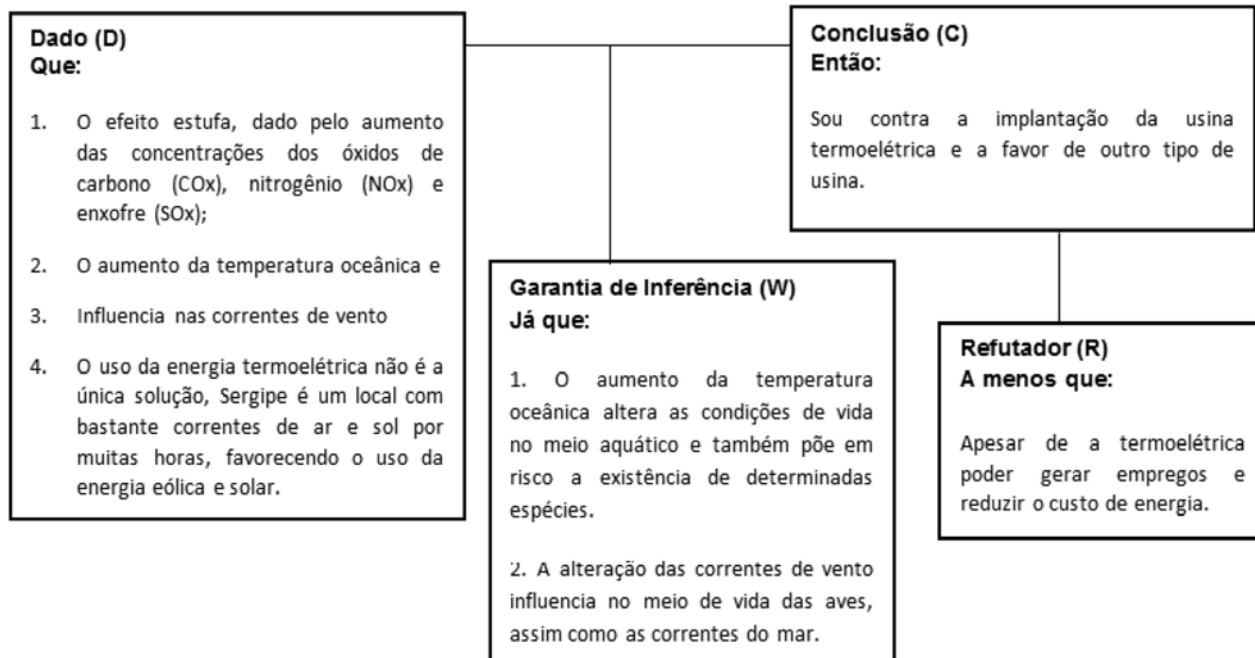


Figura 6: Estrutura do Argumento de A3.

das aves (W). Tal relação contribui para que o aluno se posicione contra a implantação da usina. Na discussão a seguir, passamos a investir mais na estrutura dos argumentos dos alunos, considerando, ainda, sua relação com os conteúdos.

As estruturas dos argumentos dos alunos

Considerando os 21 argumentos elaborados, verificamos 4 tipos de estrutura: Argumentos formados por dado e conclusão (DC); por dado, conclusão e garantia de inferência (DCW); por dado, conclusão e refutador (DCR) e argumentos formados por dado, conclusão, garantia de inferência e refutador (DCWR), sendo essa estrutura a mais complexa dentre as demais. Além de considerarmos para análise da qualidade do argumento as combinações dos elementos propostos no TAP (Erduran *et al.*, 2004), verificamos também a frequência com que os elementos aparecem (Sá *et al.*, 2014). O Quadro 4 apresenta informações sobre a quantidade de cada estrutura de argumento, suas relações com a posição do aluno frente à implantação da usina e, ainda, a frequência de cada elemento no argumento, com exceção da conclusão, a qual se resumiu sempre à expressão de ser contra ou a favor da implantação da usina, ou a indicação de uma outra forma de obtenção de energia que não a termoeletrica.

Observa-se no Quadro 4 que a estrutura predominante na amostra é a DCR, com 66,67% de frequência, o que corresponde a 14 dos 21 alunos que argumentaram. Tais estruturas envolvem de 1 a 3 dados e de 1 a 2 refutadores. A maior parte da amostra constitui-se de argumentos com

três elementos do TAP, pois, além da estrutura DCR, há a estrutura DCW, que foi expressa por 2 alunos (9,52%). Nos argumentos DCW, tem-se de 1 a 2 dados e 1 garantia de inferência. Ao todo, tem-se, então, 16 alunos cujos argumentos apresentam 3 elementos. Os argumentos mais complexos, com 4 elementos (DCWR), são apresentados por três alunos (14,29%). Tem-se, nesses casos, um maior número de dados e

garantias de inferência em relação ao restante da amostra, enquanto a frequência de refutadores repete o padrão. Por fim, há os argumentos mais simples, compostos por 2 elementos (DC) e apresentados por 2 alunos (9,52%), em que os dados variam de 1 a 2.

Nos argumentos mais simples (DC), não há predomínio de uma ou outra posição (contra e favorável). O mesmo acontece para os

argumentos do tipo DCW. Nos argumentos DCR (em maior quantidade na amostra), a posição de favorável é superior à de contra por dois alunos. Para os argumentos mais complexos (DCWR), prevalece a posição contra. Observa-se assim que, ainda que de forma sutil, o maior investimento na argumentação foi feito por aqueles que se posicionaram contra a implantação, considerando-se que a complexidade da estrutura se aliou a uma maior articulação e mobilização de ideias. Isso pode ser verificado na sexta coluna do Quadro 4.

De acordo com a discussão exposta, a maior parte dos argumentos apresenta uma estrutura simples, com três elementos, em que se sobressai a presença de refutadores, os quais expressam a orientação dos argumentadores para diferentes pontos de vista e sugerem uma boa qualidade argumentativa. Nesses e demais argumentos em que não

Nos argumentos mais simples (DC), não há predomínio de uma ou outra posição (contra e favorável). O mesmo acontece para os argumentos do tipo DCW. Nos argumentos DCR (em maior quantidade na amostra), a posição de favorável é superior à de contra por dois alunos. Para os argumentos mais complexos (DCWR), prevalece a posição contra.

Quadro 4: Os alunos, suas posições frente à implantação da usina, as estruturas dos argumentos e seus elementos.

Tipo de estrutura	Quantidade absoluta	Quantidade em percentual (%)	Aluno	Posição (conclusão)	Frequência de cada elemento (além da conclusão)
DC	2	9,52	A14	Favorável	1 D
			A27	Contra	2 D
DCW	2	9,52	A8	Favorável	2 D/ 1 W
			A16	Contra	1 D/ 1 W
DCR	14	66,67	A1	Contra	3 D/ 2 R
			A2	Favorável	3 D/ 1 R
			A4	Contra	1 D/ 1 R
			A5	Favorável	3 D/ 1 R
			A10	Favorável	1 D/ 1 R
			A11	Favorável	2 D/ 1 R
			A12	Favorável	1 D/ 2 R
			A13	Contra	1 D/ 1 R
			A15	Favorável	3 D/ 1 R
			A17	Contra	1 D/ 1 R
			A21	Favorável	3 D/ 1 R
			A24	Contra	1 D/ 1 R
			A25	Favorável	2 D/ 1 R
			A26	Contra	2 D/ 1 R
DCWR	3	14,29	A3	Contra	4 D/ 2 W/ 2 R
			A22	Favorável	3 D/ 1 W/ 1 R
			A23	Contra	4 D/ 2 W/ 1 R

aparecem as garantias de inferência, consideramos que estas se encontram implícitas, conforme já comentamos.

Passamos então a discutir sobre as garantias de inferência apresentadas explicitamente nos argumentos. São, ao todo, 5 argumentos que apresentam este elemento do TAP (A3, A8, A16, A22 e A23), sendo 2 do tipo DCW (A8 e A16) e 3 do tipo DCWR (A3, A22 e A23). As garantias de inferência verificadas apresentam diferentes características. Há garantias que se constituem de conhecimento científico/ambiental ou suposições de natureza socioeconômica, apresentando ambas uma relação causal com os dados e, ainda, as que apresentam valores éticos. Essa variedade deriva da QSC que envolve tomada de decisão e, portanto, dá espaço para que os alunos elejam o que é mais relevante colocar como garantia para chegar à sua conclusão. Vejamos um exemplo de argumento com estrutura DCWR, o qual apresenta W constituído por valores e não por conhecimentos científicos ou informações socioeconômicas (Figura 7).

Texto argumentativo do Aluno 23 – Contra a implantação

Embora a produção de energia pela usina trará um benefício considerável para a geração de empregos e movimentação da economia, os impactos ambientais, em minha opinião, ainda sobrepõem os benefícios pois os habitantes que vivem da pesca se prejudicarão e a

liberação de gases tóxicos aumentarão o nível de poluição do estado e contribuirá para o efeito estufa, que já é um problema sério para as futuras gerações.

Não adianta pensar apenas nas pessoas de agora, mas nos impactos futuros. As melhores alternativas para a termelétrica são a utilização de energia solar e eólica, as quais têm impactos ambientais menores e ainda produzem energia em grande escala. Infelizmente, o Brasil ainda está extremamente atrasado em termos dessas tecnologias, provavelmente por influência política e de grandes empresários, pois lucram mais com a hidroelétrica.

Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) discutem sobre pesquisas em que garantias de inferência e conhecimentos de base constituem-se de valores assumidos por um grupo ou por toda a audiência, sobretudo quando se trata de argumentos de natureza sociocientífica, que envolvem a dimensão ética. Em Rezende (2019) temos esse tipo de garantia de inferência.

Tendo em vista a discussão apresentada, faz-se relevante ressaltar que o investimento na habilidade de argumentação dos alunos alia-se ao investimento no conhecimento, ou seja, os alunos argumentam para aprender e aprendem para argumentar. A inserção de práticas argumentativas em sala de

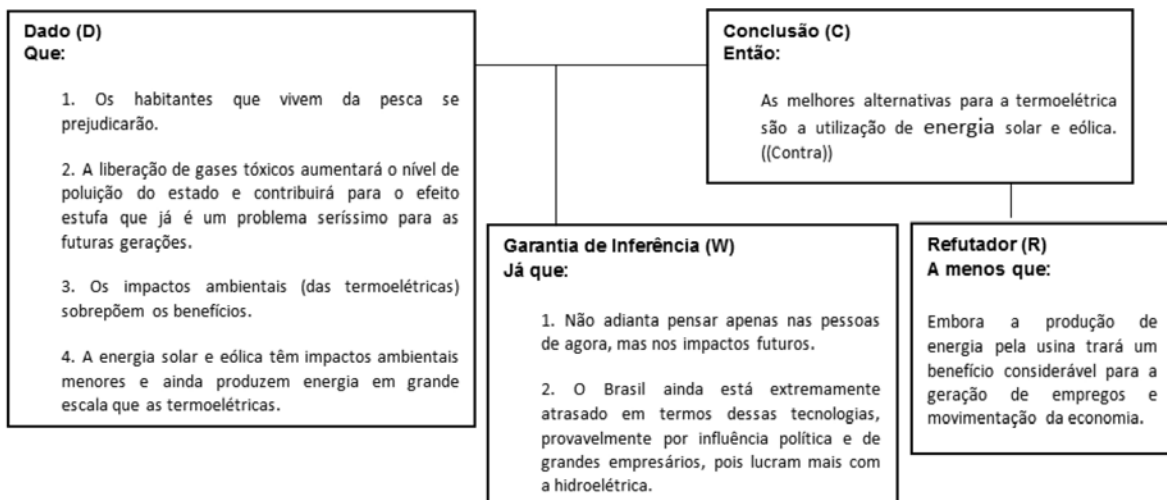


Figura 7: Estrutura do argumento de A23.

aula pode ser entendida como estratégia para a aprendizagem e, por outro lado, a aprendizagem volta-se também para as habilidades argumentativas.

Na fase final da SEI, aqui discutida, os alunos passam a relacionar aspectos científicos aos ambientais, sociais e econômicos, desenvolvendo uma argumentação sociocientífica. A articulação desses diferentes aspectos, como visto nos excertos de discussão apresentados, resultou na construção de argumentos em que prós e contras à implantação da usina eram ponderados. Observamos também diferentes tipos de garantias de inferência, as quais baseavam-se em relações causais com os dados, tanto de caráter científico/ambiental, como de caráter social/econômico e, ainda, garantias de natureza ética.

Trazer uma lógica argumentativa na perspectiva científica para análise de QSC exige que diferentes dimensões de um mesmo problema sejam contrapostas a fim de se alcançar uma tomada de decisão. Esse exercício contribui para a formação da cidadania e, portanto, transcende os limites da escola, pois deve ser levada pelo aluno para sua vida. Em nossa sociedade tecnológica atual, em que várias questões controversas se apresentam, bem como um exacerbado número de informações, inclusive *fake news*, nos chegam de diferentes fontes e mídias, a capacidade de ponderar, refletir e decidir se torna cada vez mais urgente. Portanto, as aulas de Química com investimento na argumentação podem contribuir muito para o desenvolvimento dessa capacidade.

Considerações finais

As características dos discursos argumentativos de alunos de Química na tomada de decisão acerca da “implantação de uma termoeletrica em Sergipe” revelam o investimento do professor para que eles argumentassem para aprender e aprendessem para argumentar por meio de informações relevantes e mediação em todas as fases da SEI. Assim, a qualidade dos discursos dos alunos, verificada por meio do Padrão de Argumento de Toulmin na fase de discussão, mostra estudantes críticos e a maioria com posição definida.

A implantação de uma termoeletrica é um tema controverso. Nessa perspectiva, os alunos entenderam que a tomada de posição deveria ser feita com base em informações seguras, ponderadas entre si. Isso materializou-se em argumentos com refutadores e garantias de inferências, as quais se constituíram não apenas por conhecimentos científicos, mas também por valores éticos. Conclui-se que os alunos tiveram a oportunidade de refletir sobre as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente na perspectiva da alfabetização científica para formação cidadã. A proposta discutida neste artigo pode servir de modelo para outros professores de ciências implantarem em suas aulas.

Nota

¹Os alunos foram identificados por A1, A2, ..., A28, considerando a quantidade da amostra. Apesar de a turma ser composta por 28 alunos, nas aulas destinadas à fase de conclusão apenas 25 responderam às questões aqui discutidas. Deixaram de responder os alunos: A18, A19 e A20, os quais oscilaram em sua participação durante a oficina.

Agradecimentos

Agradecemos à Capes (Projeto 88881 15 7927/2017 - 01), pelo apoio financeiro.

Filipe Silva de Oliveira (oliveiradefs@gmail.com), licenciado em Química pela Faculdade Pio Décimo, mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe e doutorando em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo. Aracaju, SE – Brasil. **Maria Clara Pinto Cruz** (clara_aju@yahoo.com.br), graduada em Química Industrial pela Universidade Federal de Sergipe, licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo, mestrado em Química e doutora em Engenharia Química, ambos pela Unicamp. Atualmente é professora no curso de Licenciatura em Química da Faculdade Pio Décimo e professora do Estado de Alagoas, em Penedo. Aracaju, SE – Brasil. **Adjane da Costa Tourinho e Silva** (adtourinho@terra.com.br), licenciada em Química pela Universidade Federal de Sergipe, mestre em Educação pela Universidade Federal de Sergipe e Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é professora do Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática -NPGECIMA- Universidade Federal de Sergipe. Aracaju, SE – Brasil.

Referências

- BRAATHEN, P. C.; LUSTOSA, A. A.; FONTES, A. C. e SEVERINO, K. G. Entalpia de decomposição do peróxido de hidrogênio: uma experiência simples de calorimetria com material de baixo custo e fácil aquisição. *Química Nova na Escola*, v. 29, p. 42 - 45, 2008.
- BRAGA, S. S.; MARTINS, L. e CONRADO, D. M. A argumentação a partir de questões sociocientíficas na formação de professores de Biologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 2, p. 120-136, 2019.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf, acesso em jul. 2020.
- BRITO, J. Q. A. e SÁ, L. P. Estratégias promotoras de argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. e EL-HANI, C. N. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. *Educação em revista* [online], v. 31, n. 1, p.329-357, 2015.
- ERDURAN, S.; SIMON, S. e OSBORNE, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, v. 8, p. 915-933, 2004.
- FERRAZ, A. T. e SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), v. 19, p. 1-25, 2017.
- FUHRMANN, G. L. *Análise dos novos condicionantes da oferta nacional de gás natural e a demanda termelétrica do próximo decênio*. 2016. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- GARCIA-MILA, M.; GILABERT, S.; ERDURAN, S. e FELT, M. The effect of argumentative task goal on the quality of argumentative discourse. *Science Education*, v. 97, n. 4, p. 497-523, 2013.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. e BROCCOS, P. Desafios metodológicos na Pesquisa da Argumentação em Ensino de Ciências. *Revista Ensaio*, v. 17, nº Especial, p.139-159, 2015.
- 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, p. 3-27, 2008.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; RODRIGUEZ, A. B. e DUSCHL, R. A. Doing the Lesson “or” Doing Science: Argument in High School Genetics. *Science Education*, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.
- KOSLOWSKI, B.; MARASIA, J.; CHELENZA, M. e DUBLIN, R. Information becomes evidence when an explanation can incorporate it into a causal framework. *Cognitive Development*, v. 23, n. 4, p. 472-487, 2008.
- KUHN, D. *The skills of arguments*. New York: Cambridge University, 1991.
- _____. What do young science students need to learn about variables? *Science Education*, v. 100, n. 2, p. 392-403, 2016.
- LOPES, A. C. Itinerários formativos na BNCC do Ensino Médio: identificações docentes e projetos de vida juvenis. *Revista Retratos da Escola*, v. 13, n. 25, p. 59-75, 2019.
- MANTOVANI, F. L.; SOUZA, F. L.; CASEMIRO, J. L. A.; MAIDANA, J. G.; ASSIS, L. A. F.; MARINS, M. T.; VENTO, P. E. V.; LOVAGLIO, U. S.; ASSIS, J. C.; TOWATA, N.; SCARPA, D. L. e URSI, S. Sequência didática Mata Atlântica - Restinga. In: URSI, S. E SCARPA, D. L. (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: Sequência didática “Mata Atlântica - Restinga”*. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2016. p. 39.
- MANUAL DO MUNDO. Como gerar energia só com água (gerador termoeletrico). 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wLrXYMJs-q8>. Acesso em fev. 2020.
- MICHETTI, M. Entre a legitimação e a crítica: as disputas acerca da Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 35, p. 1-19, 2020.
- OLIVEIRA, F. S.; CRUZ, M. C. e SILVA, A. C. T. Desenvolvimento da argumentação em uma sequência de ensino investigativa sobre termoeletrica. *Química Nova na Escola*. v. 42, n. 2, p. 186-201, 2020a.
- _____. Termoquímica: energia, termoeletrica e sociedade. In: SILVA, A. C. T. e SOUZA, D. N. (Org.). *Sequências de Ensino Investigativas para o Ensino de Ciências*. Curitiba: CRV, 2020b, p. 85-106.
- PEDASTE, M., MÄEOTS, M., SIIMAN, L., JONG, T., RIESEN, S., KAMP, E., MANOLI, C., ZACHARIA, Z. e TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, v. 14, p. 47-61, 2015.
- PERELMAN, C. e OLBRECHTS-TYTECA, L. Classicisme et romantisme dans l'argumentation. *Revue Internationale de Philosophie*, v. 12, n. 43, p. 47-57, 1958.
- QUEIROZ, S. L. e SA, L. P. The place of argumentation in undergraduate chemistry teaching. *Educación Química* [online], v. 20, n. 2, p. 104-110, 2009.
- REZENDE, A. S. *Os argumentos de licenciandos em Biologia sobre o uso do conceito de raça para seres humanos em uma sequência de ensino investigativa*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.
- SÁ, L. P. e QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de Química. *Química Nova*, v. 30, n. 8, p. 2035-2042, 2007.
- SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C. e QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), v. 16, n. 3, p.147-170, 2014.
- SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socio-scientific issues: a critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 41, n. 5, p. 513-536, 2004.
- SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; OLIVEIRA, A. P. C. e CRUZ, M. C. P. Aprendizagem Ativo-Colaborativo-Interativa: Inter-Relacoes e Experimentação Investigativa. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 4, p. 258-266, 2018.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a

partir de um estudo de caso. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2001.

SASSERON, L. H. *Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula*. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

_____. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Química Nova na Escola*, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. e CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H. e SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. *Revista Tópicos Educacionais*, v. 23, p. 7-27, 2017.

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas

em salas de aula de ciências. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 17, p. 69-96, 2015.

SILVA, A. C. T. e SOUZA, D. N. (Org.). *Sequências de Ensino Investigativas para o Ensino de Ciências*. Curitiba. Editora CRV, 2020.

SOUSA, P. S. e GEHLEN, S. T. Questões sociocientíficas no ensino de ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 19, p. 1-22, 2017.

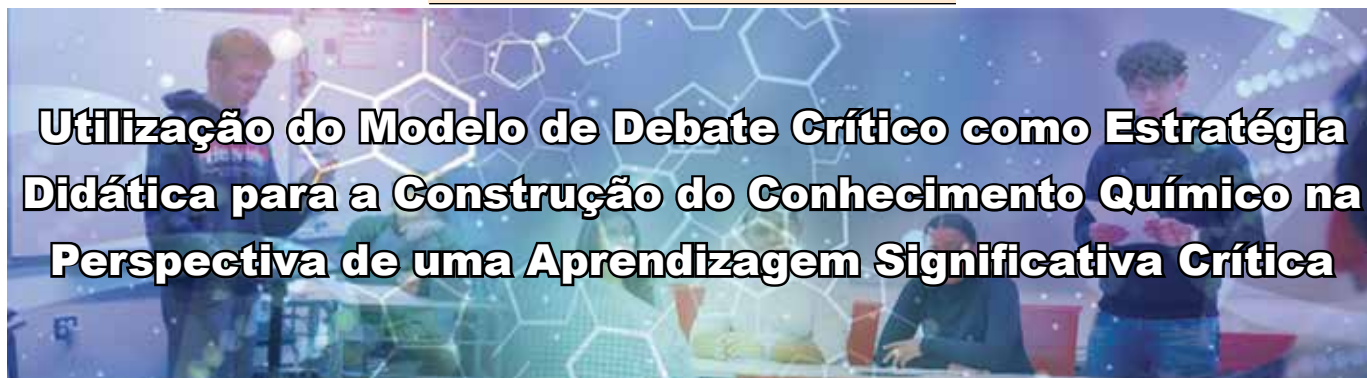
TOULMIN, S. E. *Os usos do argumento*. 2. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

WALTON, D. N. *Informal logic: a handbook for critical argumentation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

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

Abstract: *Socioscientific argumentation about the implantation of a thermoelectric plant in Sergipe.* This paper presents an analysis of the quality of the arguments developed by High School students, in the final phase of an Inquiry-Based Teaching Sequence (IBTS), using Toulmin's Argument Pattern (TAP). The IBTS was structured around a socioscientific issue, which required students to take a decision about the implementation of a thermoelectric plant in their region. Results show that students pondered social, environmental and economic aspects, combined with scientific knowledge, for decision making. Since the issue is controversial, rebuttals were observed in most of the arguments as well as warrants constituted by ethical values. Warrants based on scientific content with a direct cause-and-effect relationship with the data which linked them to the conclusion were also observed. In conclusion, students built a critical conscience in relation to the theme, in the perspective of scientific literacy focused on the formation of citizens.

Keywords: argumentation, socioscientific issues, thermoelectric



Kátia Aparecida da S. Aquino, Gêssica Karla de Queiroz e Fabiana da S. Aquino

Em nossa sociedade democrática é fundamental que os jovens recebam uma educação que permita a elaboração e análise de argumentos sobre problemas sociais. Nessa direção, este trabalho visa explorar uma estratégia de ensino, a partir de um ambiente argumentativo, que possa promover a construção do conhecimento químico baseado na criticidade e na reflexão. Para isso, foi desenvolvida uma sequência didática adaptada para uma escola pública da rede estadual de Pernambuco com o uso do Modelo de Debate Crítico. A perspectiva é desenvolver uma Aprendizagem Significativa Crítica através de questões sócio científicas relacionadas ao ensino de Química. Para a avaliação do impacto da atividade foram utilizados mapas conceituais produzidos pelos estudantes, antes e depois da intervenção. Nossos resultados mostraram indícios de que os conhecimentos prévios dos estudantes se tornaram mais ricos e especificados após o desenvolvimento das ações argumentativas propiciadas em todo o processo de preparação e participação no debate crítico

► ensino de química, argumentação, mapas conceituais ◀

Recebido em 19/09/2020, aceito em 08/01/2021

119

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a área de Ciências da Natureza, que inclui o componente curricular de Química, tem o objetivo de contribuir para a compreensão do significado das Ciências da Natureza e da Tecnologia na vida humana e social, para que o estudante se torne ativo diante de questões sociais e políticas (Brasil, 2000). Por isso, o ambiente educacional não deve apenas se pautar na construção dos conhecimentos químicos necessários para propor a solução de um problema, mas é preciso também ser um espaço para o desenvolvimento de competências (Brasil, 2018). Dentre as competências que se espera que um jovem desenvolva no contexto escolar destacamos a elaboração e análise de argumentos para que ele possa ser um cidadão ativo diante de questionamentos e problemas sócio científicos.

Almejando uma adequada formação científica para os jovens seriam necessárias algumas mudanças nas práticas de ensino, levando em consideração questões sociais, buscando

desenvolver a capacidade de pensamento do estudante, e gerando o interesse pelo conhecimento científico. Segundo os PCNEM as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de química deverão capacitar os estudantes a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão (Brasil, 2000).

Segundo os PCNEM, as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de química deverão capacitar os estudantes a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão (Brasil, 2000).

A argumentação e o ensino de Química

Neste estudo utilizaremos a identificação de movimentos argumentativos que se baseiam na unidade de análise proposta por Leitão (2000) que é constituída

por três elementos básicos: o argumento, o contra-argumento e a resposta. Para a autora um argumento é constituído por um ponto de vista sustentado por uma justificativa. Isso quer dizer que o argumento explicita a concepção do sujeito sobre uma determinada temática que está em discussão. No contra-argumento são desenvolvidas as ideias que desafiam o argumento (ponto de vista justificado) trazendo para a

argumentação o elemento de oposição que é indispensável para que o processo argumentativo não se desfaça. As possíveis reações derivadas dos argumentos e contra-argumentos se configuram como uma resposta no processo argumentativo. Nesse contexto, a resposta implica, para o sujeito que elaborou o argumento, a avaliação das fragilidades das suas elaborações argumentativas diante do que foi explícito no contra-argumento. Esse elemento é importante porque permite transformações nas concepções inicialmente formuladas pelo sujeito. No âmbito escolar é possível desenvolver estratégias didáticas que incluam os elementos básicos da argumentação com ganhos relevantes no processo de ensino e aprendizagem (De Chiaro e Leitão, 2005).

Por outro lado, nas práticas pedagógicas atuais são poucos os registros que mostram êxito para o desenvolvimento de competências relacionadas à argumentação no ensino de ciência ou que se utilizem dessa prática como método de aprendizagem, apesar da sua importância. A oportunidade para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que visam a argumentação mudaria a maneira como são trabalhados os conceitos científicos na sala de aula. Em práticas pedagógicas que visem o desenvolvimento argumentativo, os estudantes estariam imersos em um ambiente que propicia a construção de mais questionamentos, que poderiam se transformar em argumentos, assumindo assim papel muito mais ativo durante as aulas (De Chiaro e Leitão, 2005).

Percebe-se, contudo, que a argumentação nas aulas de química, na educação básica, está cada vez mais distante, sendo um desafio encarado pelos professores. Muitas vezes os professores não passam por uma formação inicial ou continuada sobre práticas argumentativas, o que resulta na ausência de debates estruturados na sala de aula (De Chiaro e Aquino, 2017). Aliado a isso, muitas vezes a natureza do discurso em sala de aula não favorece a divergência, o que não promove abertura para questionamentos. Sendo assim, os conhecimentos não são passíveis de modificação ou pelo menos de reflexão, por meio de discussões (De Chiaro e Leitão, 2005). Especificamente, no ensino de química, muitos dos conhecimentos que constituem o currículo são socialmente convencionados, por isso não tendem a ser polêmicos, mas dentro de contextos específicos poderiam ser temas geradores de ricas discussões. O que falta, em casos como esses, é vencer a barreira e promover o rompimento com o modelo instrucional de ensinar ciências. Nessa direção, o desenvolvimento de práticas pedagógicas utilizando a argumentação foi registrado em alguns estudos que mostram a contribuição relevante do uso de metodologias que mantêm a relação entre a argumentação e o ensino de ciências através de questões sociocientíficas (Fatareli *et al.*, 2014; Aquino *et al.*, 2019).

Assim, a utilização da argumentação na sala de aula oferece ao estudante a oportunidade de elaboração de um

pensamento reflexivo, pois gera um espaço para que ele reflita sobre suas próprias afirmações ou negações considerando seus limites e sustentações. Baseado nessa ação, De Chiaro e Aquino (2017) destacam que a argumentação propicia “pensar sobre o pensamento”, o que leva a um movimento de identificação das próprias deficiências ou erros, que pode conduzir à decisão de melhorar tais pensamentos em um momento presente ou futuro.

O Modelo de Debate Crítico no âmbito escolar

Para propiciar a utilização da argumentação no âmbito escolar encontramos no debate uma estratégia didática viável para desenvolver o pensamento crítico do estudante. Porém, apesar das grandes contribuições e vantagens no uso do debate na sala de aula, algumas críticas são tecidas sobre tal estratégia. Uma delas é o foco na competitividade entre os participantes dos grupos para que um se torne vencedor. Então, para minimizar as deficiências de um debate com foco na competição surge o Modelo do Debate Crítico (MDC).

Segundo Fuentes (2011), o MDC consiste em uma atividade discursiva de produção verbal argumentativa, caracterizada pela oposição e pelo diálogo entre os participantes de grupos distintos. A atividade consiste no comprometimento dos participantes com a defesa dos seus pontos de vista, com o objetivo de resolver um conflito sem se impor. Essa ação se configura como uma situação oposta ao que é comumente visto nos debates que visam a competitividade. O MDC foi inicialmente desenvolvido pelo governo chileno em 1997

para uma demanda educativa que visou à implementação de um “torneio de debates interescolares” que buscava favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes (Fuentes, 2011).

No contexto do torneio chileno, o debate crítico é formado pela troca de diálogo entre três equipes: investigativa, positiva e negativa. Tanto o grupo afirmativo quanto o negativo são compostos por três participantes que têm pontos de vista em comum. Para um determinado problema em questão, a equipe afirmativa apresenta argumentos a favor e a negativa apresenta contra-argumentos. A equipe investigativa tem o mesmo número de componentes das outras, mas apresenta função de expor as bases teóricas que permeiam as duas perspectivas do problema em questão. Os integrantes da equipe investigativa realizam uma pesquisa prévia sobre o problema e, dessa forma, não só abre a sessão do torneio como contribui para a elaboração de argumentos a favor e contrários ao tópico em discussão. Além das três equipes, existe ainda a mesa dos juízes, que tem o papel de avaliar os argumentos apresentados usando os critérios de avaliação pré-definidos. Para facilitar a avaliação dos argumentos são usadas planilhas que são preenchidas no decorrer do debate. Também é possível compor a “plateia”

Em práticas pedagógicas que visem o desenvolvimento argumentativo, os estudantes estariam imersos em um ambiente que propicia a construção de mais questionamentos, que poderiam se transformar em argumentos, assumindo assim papel muito mais ativo durante as aulas (De Chiaro e Leitão, 2005).

no torneio que tem a função de apoiar sua equipe de preferência através da elaboração de perguntas sobre os argumentos apresentados. Na fase do preparo, os integrantes são capacitados sobre como se comportar durante o debate, recebem ferramentas para a elaboração de argumentos e disponibilização de material sobre o tema para ser usado no dia do debate (Fuentes, 2011).

O MDC teve uma adaptação para sala de aula por Leitão (2012). As adaptações realizadas para uso do MDC como recurso didático apresentam algumas diferenças no contexto discursivo para o qual o modelo foi originalmente proposto. Na adaptação, a quantidade de estudantes foi redefinida nas equipes. Optou-se em chamar as equipes de bancadas, que se distribuíram da seguinte forma: proponente (afirmativa), oponente (negativa) e investigativa. Segundo Leitão (2012), além de uma explicação aprofundada sobre a dinâmica do MDC, todos os estudantes da turma devem ser incluídos no processo do debate crítico. Nesse contexto, o professor faria o papel da bancada investigativa e as funções não seriam fixas, então a cada debate o estudante teria a oportunidade de trocar de bancadas.

No âmbito do MDC adaptado para a sala de aula, percebe-se a relevante contribuição da atividade no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes sobre questões sociais, econômicas, políticas e científicas atreladas ao ensino de Química (De Chiaro e Aquino 2017, Aquino *et al.*, 2019). Assim, o MDC como estratégia didática se alinha à necessidade de uma educação voltada à tomada de decisões, que permita a ampliação da capacidade de julgamento com base nos conhecimentos adquiridos, com desdobramentos em discussões fomentadas por diferentes pontos de vista e que possa resultar em uma ou várias soluções.

O ensino de Química para a promoção da Aprendizagem Significativa Crítica

Mesmo sabendo que a ciência em sua essência é construída através de questionamentos, unindo teoria e prática, nem sempre os conhecimentos prévios dos estudantes são levados em consideração numa análise da lógica que permeou a construção de uma resposta para uma determinada pergunta. Talvez o campo de barreira para tal análise esteja contida nas teorias e conceitos científicos que são retratados a partir de uma “perspectiva positivista” em que há apenas “respostas certas” e que levam apenas a conclusões acordadas.

Em oposição a essa prática, existe uma necessidade fundamental de associar o conhecimento científico que está sendo trabalhado com a realidade do estudante que, naturalmente, acaba levando em consideração seus conhecimentos prévios. Quando o estudante vê significado no que está aprendendo, que perpassa pela modificação dos seus conhecimentos prévios, abre-se um caminho cheio

de possibilidades para a promoção de uma aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel, é promovida quando novas informações interagem com conceitos importantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, seus conhecimentos prévios. Essa interação ocorre de forma não-arbitrária e não-literal, ou seja, o novo conhecimento se ancora a um conhecimento prévio específico (não-arbitrário), conhecido como subsunçor, levando a uma ressignificação e inserção em novos contextos (não-literal) (Ausubel, 2003).

Por outro lado, também é possível que um novo conhecimento apresente pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existente na estrutura cognitiva do sujeito e é então estabelecida uma aprendizagem mecânica. Nesse caso, o novo conhecimento é recebido de forma arbitrária e ocorre geralmente na memorização de informações para um determinado fim. Por isso, com o tempo essa informação é esquecida por não estabelecer uma relação significativa com conceitos já existentes. Contudo, isso não quer dizer que a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa representem uma dicotomia. Existe um *continuum* entre

os dois tipos de aprendizagens, ou seja, não quer dizer que uma nova informação que foi assimilada de forma arbitrária em um determinado momento não possa se tornar um subsunçor para um novo conhecimento em momentos futuros (Ausubel, 2003).

Para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa

não é apenas necessária uma intervenção didática que permita o desenvolvimento do conhecimento de forma que ele se relacione e modifique subsunçores. Também é preciso que o professor envolva o estudante para que ele tenha predisposição para aprender e também escolha os materiais ou recursos didáticos que sejam lógicos e ricos o suficiente para proporcionar o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (Ausubel, 2003).

Para Moreira (2005), a aprendizagem precisa ir além da esfera cognitiva e influenciar a realidade do aprendiz e apresentar, então, uma perspectiva mais ampliada da aprendizagem significativa, a Aprendizagem Significativa Crítica (ASC). Através da ASC o sujeito passa a se ver como parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, compreende suas especificidades mesmo de um olhar de fora dela. Isso quer dizer que os conhecimentos construídos de forma significativa crítica devem possibilitar que o aprendiz faça parte uma cultura, mas sem ser dominado por seus mitos, ideologias e ritos. Nessa perspectiva, o aprendiz pode lidar com as mudanças em diferentes âmbitos da sociedade em que vive e usar o conhecimento sem se sentir superior.

Para o âmbito escolar, Moreira (2005) apresenta alguns princípios, ideias ou estratégias facilitadoras para o desenvolvimento da ASC e inclui o princípio do questionamento,

Na fase do preparo, os integrantes são capacitados sobre como se comportar durante o debate, as regras, recebem ferramentas para a elaboração de argumentos e disponibilização de material sobre o tema para ser usado no dia do debate (Fuentes, 2011).

o qual se alinha aos movimentos argumentativos que podem ser desenvolvidos na escola. De acordo com esse princípio, o estudante deve elaborar mais perguntas ao invés de respostas, isto é, o estudante também formula perguntas e não apenas se coloca no papel de respondê-las. Nessa direção, acreditamos que estratégias didáticas que têm aporte na argumentação apresentam um caminho privilegiado para formar a consciência do estudante perante a sua realidade como cidadão crítico e, conseqüentemente, promover uma ASC. Pensar criticamente depende da capacidade de perceber os pontos de vista a partir de um tema ou situação abordado e reconhecer a fragilidade e força que cada um tem.

Especificamente no ensino das ciências naturais, é preciso promover a capacidade dos estudantes de pensar e agir criticamente, pois o mundo exige, cada vez mais, cidadãos que devem intervir e ter posição sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia (Tenreiro-Vieira e Tenreiro, 2013). Nesse cenário, este estudo visa mostrar como a utilização do Debate Crítico pode contribuir para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa Crítica no ensino de Química.

Metodologia

Caracterização da Pesquisa

A pesquisa apresentada é classificada como qualitativa descritiva, por apresentar resultados que compreendem um contexto (Godoy, 1995) e descrever as características de uma determinada população (Gil, 2007). A utilização de um Debate Crítico aconteceu no componente curricular de Química, em duas turmas do 3º ano do Ensino Médio da Escola José Rodrigues de Carvalho, escola pública localizada no Cabo de Santo Agostinho, no estado de Pernambuco. A turma continha cerca de quarenta e seis estudantes que estudavam no período matutino. Na escola são ministradas 2 aulas de química por semana, de cinquenta minutos cada uma.

Preparação para a intervenção: produção de material de apoio

Com o intuito de facilitar a introdução da argumentação na sala de aula foi desenvolvido um texto que incluía a explicação dos elementos básicos da argumentação, ou seja, o que é um argumento, um contra-argumento e uma resposta, conforme Leitão (2000), com exemplos que envolviam assuntos químicos. Uma explicação mais específica sobre esse tipo de produção para o ensino de química foi apresentada por Aquino e colaboradores (2017). Além disso, foram utilizados os seguintes vídeos de apoio junto aos estudantes: a) O poder da argumentação¹ e b) Argumentação².

Aplicação do Debate Crítico

O processo de preparação para o Debate Crítico (adaptado por Leitão, 2012) aconteceu através de uma sequência didática com seis encontros, conforme é mostrado no Quadro 1. No quadro, cada encontro equivale a duas aulas semanais de química.

Quadro 1: Sequência didática utilizada para implementação do Debate Crítico.

Encontro	Atividade
1	Foram trabalhados um texto produzido e os vídeos especificados na metodologia seguindo elementos discutidos por Aquino e colaboradores (2017). Foi explicado o que é um Modelo de Debate Crítico (MDC), como foi adaptado para a turma e qual seria organização dos estudantes para realizá-lo.
2	Foram explicadas as bases para a construção de mapas conceituais. Após a explicação foi solicitado que os estudantes produzissem um mapa respondendo à seguinte pergunta focal: "O que são os conservantes?" para a identificação dos seus conhecimentos prévios sobre o tema.
3	Foi trabalhado o tema "Conservantes", seus aspectos sociocientíficos e tecnológicos. No mesmo encontro foi revelado o tema do debate, separados os grupos para cada bancada e entregue aos estudantes textos de apoio como notícias, artigos científicos, etc., com o intuito de direcioná-los na elaboração de argumentos coerentes para o debate.
4	Foi feito o Debate Crítico.
5	Consistiu na elaboração de um novo mapa conceitual para responder à mesma pergunta focal do primeiro (Encontro 2), com o propósito de observar novas relações de conceitos adquiridas após a preparação e participação no Debate Crítico.

Avaliação da construção do conhecimento

A coleta de dados aconteceu através da elaboração textual na fase de preparação e anotações da professora durante o Debate Crítico. Então, foram utilizados alguns critérios de avaliação: a) a elaboração dos elementos básicos argumentativos (argumento, contra-argumento e resposta) e b) se sabem fazer uso dos elementos argumentativos nas discussões durante o debate e na sua preparação. Além disso, também foram analisados os mapas conceituais elaborados antes da preparação do debate e após os estudantes participarem do Debate Crítico. O objetivo foi o de observar como os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema "Conservantes" se modificaram após o processo que envolveu o debate (ver Quadro 1).

O uso de mapas conceituais foi introduzido no contexto escolar como forma de representação das conexões entre conceitos que estão relacionados a um determinado conhecimento na estrutura cognitiva do estudante. Para ser considerado um mapa conceitual, o instrumento precisa apresentar um conjunto de proposições que se relacionem para responder a uma pergunta focal. Uma proposição consiste em dois conceitos ligados por um termo de ligação (Novak, 2010; Moreira, 2012).

A análise dos mapas conceituais visou encontrar indícios da promoção de uma aprendizagem significativa. Para esse fim, foram analisados em cada mapa: a) a articulação de

diferentes domínios (contextos) em que os conceitos foram apresentados; b) se houve a introdução de conceitos trabalhados no processo de preparação e realização do Debate Crítico dentre os conceitos apresentados; e c) a correta relação de conceitos que formaram cada proposição.

Resultados e Discussão

Preparação dos materiais

Segundo Altarugio e colaboradores (2010), o planejamento é importante para a realização de um debate de sucesso. Deve-se pensar desde as estratégias para motivar a turma até a escolha do tema que deve apresentar uma controvérsia. Também é importante escolher materiais de apoio que contribuam para a avaliação das duas perspectivas que se quer discutir sobre o tema. Por isso, o número de encontros foi cuidadosamente pensado antes das intervenções, chegando à configuração apresentada no Quadro 1. O tema escolhido para o debate tinha como objetivo a discussão sobre alimentos industrializados. A escolha do tema se deu pela influência das preocupações mundiais com a saúde que aponta o consumo de produtos industrializados como causador de doenças (Polônio *et al.*, 2009). Tais produtos contêm conservantes em grande quantidade, sendo os jovens com a faixa etária da turma pesquisada consumidores assíduos desse tipo de alimento, porém sem uma informação adequada do que estão ingerindo.

Nessa direção, no encontro 3 foi trabalhado o tema “Conservantes” com o objetivo de discutir e apresentar sua definição, sua aplicação, benefícios e malefícios. Nessa fase da pesquisa se buscou desenvolver novos conhecimentos que

pudessem se relacionar aos conhecimentos prévios como as funções orgânicas, por exemplo. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o estudante, e os conhecimentos prévios se modificam ou se tornam mais especificados (Ausubel, 2003; Moreira, 2008).

O Modelo de Debate Crítico, adaptado por Leitão (2012) para a sala de aula, foi então apresentado, separando-se a função de cada estudante no debate. Para esse estudo foi necessário fazer mais uma adaptação. Agora o MDC foi adaptado para a turma que apresenta uma grande quantidade de estudantes como a caracterizada nesse estudo, ou seja, cerca de quarenta e seis alunos no total. Os participantes foram organizados em três bancadas: a Bancada Investigativa/Avaliativa, a Bancada Proponente e a Bancada Oponente, que já estão previstos nos trabalhos de Leitão (2012). Além dessas bancadas, para a nossa proposta de trabalhar com turmas numerosas, criamos a Bancada Júri Popular com o intuito que toda turma fosse incluída no debate. Em cada bancada, conforme define Fuentes (2011), são atribuídas diferentes funções (porta-voz, colaborador e plateia) para os participantes, com objetivos e papéis distintos, os quais estão descritos no Quadro 2.

Na nova configuração do MDC, trabalhou-se com quinze estudantes que foram escolhidos de acordo com o desempenho em elaborar argumentos observado durante as aulas que antecederam o debate. Os estudantes foram então divididos em igual número nas Bancadas Oponente, Proponente e Avaliativas/Investigativa. O restante da turma, ou seja, cerca de trinta alunos, compuseram a bancada Júri Popular. Nessa nova configuração, turmas mais numerosas podem participar diretamente do debate sem prejudicar a dinâmica

Quadro 2: Descrição das bancadas e funções dos participantes em um Debate Crítico (adaptado de Leitão, 2012).

Bancada/Funções	Descrição
Bancada Investigativa/Avaliativa	É o grupo responsável pela pesquisa investigativa sobre o tema e pela avaliação do debate (juízes). Seus participantes devem, no início do debate, apresentar o tema e o impasse do debate, o contexto histórico da questão a ser debatida e os conceitos-chave necessários para compreensão da discussão. Além disso, devem apresentar no final do debate sua avaliação sobre os argumentos e posturas de cada bancada.
Bancada Proponente	É o grupo responsável por instaurar a defesa de um ponto de vista por meio da argumentação, ou seja, é aquele que inicialmente propõe uma posição a ser desafiada.
Bancada Oponente	É o grupo responsável por desafiar, refutar ou debilitar sistematicamente os argumentos da Bancada Proponente, colocando em dúvida e apresentando contra-argumentos.
Júri Popular (adaptação proposta neste estudo)	Participantes que não estão localizados em nenhuma bancada, mas registram suas opiniões e, ao final do debate crítico, constroem um veredito final juntamente com a bancada avaliativa.
Porta-Vozes	São dois integrantes que, nas bancadas Oponente ou Proponente, têm a função de expor os argumentos, contra-argumentos e respostas durante o debate. Na bancada avaliativa são os integrantes responsáveis por abrir e fechar o debate.
Colaborador	Dois membros das bancadas Oponente ou Proponente que, em determinados momentos do debate, poderão se dirigir aos porta-vozes da sua bancada com o objetivo de ajudá-los na preparação e apresentação dos argumentos e contra-argumentos.
Plateia	Dois integrantes selecionados em cada bancada (Oponente e Proponente) que não estão na função de porta-vozes. Esse grupo deve observar atentamente todo o debate, com o objetivo de também avaliar os argumentos e posturas das referidas bancadas, fazendo anotações na ficha de apoio e então ajudar na fase da solução do problema.

estabelecida nas regras do MDC. Durante o debate foram seguidas as regras resumidas em uma tabela que continha todos os momentos do debate e seus respectivos tempos, participantes responsáveis e funções. Cada bancada também recebeu uma ficha que foi preenchida para acompanhamento do debate. Para a confecção da tabela e das fichas foram consideradas as discussões e modelos apresentados por Aquino e colaboradores (2017).

As intervenções antes do Debate Crítico

A desmotivação dos estudantes tem sido apontada por professores de química como um dos principais problemas com os quais se deparam (Pozo e Crespo, 2009). Pensando em modificar o quadro de desmotivação foram trabalhados os conhecimentos prévios dos estudantes, como as classes de compostos orgânicos, através de reportagens que tratavam de produtos industrializados. Trabalhou-se as funções orgânicas presentes nos conservantes e os estudantes puderam identificá-las. Então foi possível perceber muita interação com o assunto devido às curiosidades que surgiram e que resultaram em maior participação dos estudantes durante a aula.

Nesse momento é importante que o professor não se posicione sobre o tema escolhido para não influenciar, como figura de autoridade, na construção e reflexão dos posicionamentos de cada estudante. Além disso, a aula foi conduzida de forma que os conhecimentos discutidos proporcionassem novos significados para os conhecimentos prévios dos estudantes, e assim adquirissem maior estabilidade cognitiva (Moreira, 2008).

Quanto às atividades que estavam diretamente relacionadas com a familiarização dos estudantes na diferenciação de um argumento, contra-argumento e respostas, as próprias notícias sobre os produtos industrializados serviram para deflagrar um ambiente que deixou emergir movimentos argumentativos. Através das anotações que foram realizadas durante o processo, foi possível observar que os estudantes elaboravam argumentos coerentes, pautados nos materiais que estavam sendo estudados. O interessante era perceber que os contra-argumentos também surgiam e se pautavam em experiências pessoais e em outras reportagens, que naturalmente foram surgindo durante o processo, e que chamaram a atenção dos estudantes. Mesmo que o estudante não verbalizasse seu ponto de vista, era notório o envolvimento, a atenção e a expressão de concordância ou não com o que estava sendo exposto verbalmente. Isso quer dizer que está havendo, no mínimo, uma revisitação às concepções prévias, podendo gerar uma ressignificação do conhecimento (Moreira, 2008). Nesse momento, o professor tem um papel fundamental ao criar a controvérsia através de perguntas que gerem oposição, interagindo de forma a fomentar a discussão e por vezes construindo respostas que sejam deliberadamente

conflitantes. Com a ajuda de vídeos que mostram exemplos do poder da argumentação (descritos na metodologia), a compreensão sobre os elementos da argumentação pareceu ser facilitada.

Por outro lado, saber argumentar é uma competência que se espera desenvolver na educação do século XXI. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) descreve a importância do desenvolvimento de competências para uma formação integral do estudante e dentre elas está a Argumentação, que prevê que o estudante tenha condições de formular, negociar e defender ideias com posicionamentos éticos. Nessa direção, o Debate Crítico privilegia não só o desenvolvimento do saber argumentar, mas permite o exercício da cooperação, do autoconhecimento que resulta no saber escutar e lidar com a oposição de ideias com respeito (Brasil, 2018). Além disso, coloca os estudantes no centro do processo de aprendizagem e permite que a exposição dos conhecimentos prévios, ou os que ainda estão em fase de construção, possa promover e incentivar soluções de problemas que envolvam, por exemplo, os direitos humanos, a consciência socioambiental ou o consumo responsável.

Para Leitão (2012), deve haver um planejamento antes do debate crítico, em que primeiramente os estudantes devem

ser instruídos com as características básicas de uma argumentação crítica. Nesse sentido, todas as atividades utilizadas na preparação do debate contribuíram para a divisão da turma nas bancadas, principalmente quando a escolha não é voluntária. Esse também é um momento de autoconhecimento

do estudante, pois ele tende a escolher a bancada que está mais alinhada com o seu perfil, contudo também descobre suas potencialidades quando se arrisca em uma bancada cuja função lhe parece mais desafiadora.

O tema escolhido para o debate – “Alimentos com conservantes: até onde suas vantagens valem mais que o benefício de uma vida saudável” – foi então revelado. Os 15 estudantes que se propuseram ou foram convidados para compor uma das bancadas (proponente, oponente ou investigativa) participaram de um sorteio que definiu a posição de cada um. A ideia é desafiar o estudante a defender uma concepção que nem sempre é aquela que ele acredita, para promover um rico ambiente de reflexão. Textos, reportagens, pesquisas científicas e revistas foram informados para ajudar na construção dos argumentos, contra-argumentos e a apresentação da bancada investigativa. Para a bancada do Júri Popular essas informações ajudaram na avaliação dos argumentos. De forma geral, os recursos de pesquisa auxiliam na flexibilização do conhecimento ligado ao tema, pois ampliam os contextos de sua aplicação.

O Debate Crítico

O debate foi realizado com grande adesão dos estudantes. Primeiramente, foi explicado novamente o tempo

Pensando em modificar o quadro de desmotivação foram trabalhados os conhecimentos prévios dos estudantes, como as classes de compostos orgânicos, através de reportagens que tratavam de produtos industrializados.

destinado para cada bancada, o qual está dividido em quatro fases (debate fechado, aberto, perguntas e síntese), sendo a abertura e fechamento responsáveis pela bancada investigativa (Fuentes, 2011). Também foi explicado como deveriam ser preenchidas as fichas atribuídas a cada bancada (Aquino *et al.*, 2017). Então, deu-se início ao debate crítico, com a primeira fase de debate fechado que se inicia pela bancada Proponente (Fuentes, 2011). A referida bancada elaborou argumentos para defender o uso dos conservantes nos alimentos industrializados. Por sua vez, a bancada Oponente defendeu o não uso dos conservantes através dos contra-argumentos.

Os argumentos da bancada Proponente giravam em torno de como conservantes são importantes e indispensáveis para a vida dos seres humanos. Os principais argumentos estavam pautados no impedimento da degradação dos alimentos e inibição da proliferação de microrganismos para aumentar sua durabilidade. O NaCl (cloreto de sódio) foi utilizado como exemplo de conservante mais antigo já utilizado. Os estudantes também produziram argumentos na defesa de conservantes que inibem os microrganismos que alteram as propriedades físicas e químicas dos alimentos e geram doenças nos consumidores. Discutiram ainda a função da vitamina C como um conservante benéfico que prolonga a durabilidade dos alimentos e faz bem à saúde de crianças e adolescentes.

Em seguida, a bancada Oponente elaborou contra-argumentos com base em doenças que são causadas pelo consumo de conservantes. A referida bancada citou exemplos baseados em várias reportagens diferentes das sugeridas na fase de preparação do debate, mostrando o engajamento dos estudantes com a atividade. Surgiram então argumentos embasados nos malefícios do consumo excessivo de conservantes e aditivos, que modificam o sabor dos alimentos e que podem gerar dependência.

Na segunda fase, a de debate aberto, a ordem de início se inverte e a bancada Oponente abre o debate. Os estudantes argumentaram que o nitrito de potássio seria causador de câncer. Eles ainda questionaram o benefício verdadeiro dos conservantes encontrados em alimentos embutidos como a salsicha mostrando, através de reportagem e pesquisas científicas, seu malefício quando consumido. A bancada Proponente, nessa fase, apresentou muitos momentos de contradição e fizeram afirmações sobre o nitrito de potássio que, assim como todos os outros conservantes, só causam doenças se forem ingeridos em grande quantidade. Tal afirmação deu motivo para que a bancada Oponente respaldasse ainda mais seus argumentos sobre os impactos à saúde do conservante, depois de anos do seu consumo, mesmo que em pequenas quantidades.

A terceira fase, de perguntas e respostas, voltou a ser

iniciada pela bancada Proponente, que mais uma vez se contradisse em seus argumentos e se pautou em perguntas que envolviam a ação enzimática. Contudo, os estudantes da bancada Oponente mostraram estudos sobre a incidência de câncer causado por conservantes como o benzoato de sódio, por exemplo, que é utilizado na fabricação de biscoitos recheados. A bancada Proponente não conseguiu elaborar novos argumentos que pudessem refutar os contra-argumentos apresentados pela bancada Oponente, o que levou à repetição de concepções prévias já apresentados. Essa fase se alinha ao princípio facilitador da ASC que é o da interação social e do questionamento (Moreira, 2005) que coloca o estudante numa posição que exige a mobilização do conhecimento de forma lógica e crítica para formular perguntas e respostas.

Terminada a fase das perguntas foi delimitado um tempo para os estudantes das bancadas Proponente e Oponente elaborarem uma síntese dos seus argumentos e contra-argumentos, respectivamente, elaborados durante o debate, e então construir uma proposta para a resolução do problema debatido. Para a bancada Oponente a solução seria melhorar as informações sobre os produtos industrializados para que

os consumidores fossem alertados dos riscos causados pelos conservantes e assim incentivar o consumo de alimentos orgânicos. Já a proposta da bancada Proponente foi na direção da diminuição da ingestão de produtos com conservantes, mostrando que esses estudantes refletiram sobre suas concepções iniciais e incorporaram ideias trazidas pela bancada opositora. Para Fuentes (2011), o que caracteriza o Debate Crítico é a busca da resolução de questões pela argumentação, enquanto o debate tradicional procura uma mera persuasão do oponente. Vimos o movimento de busca de uma solução para a problemática da ingestão contínua de conservantes pela alimentação no debate proposto, que permitiu não só a construção do conhecimento de forma mais dinâmica, mas crítica quando permitiu a sua ressignificação dando espaço a um pensamento que, naquele instante, pareceu mais lógico do que eles haviam construído antes.

Para finalizar, a bancada investigativa, através dos juízes, fez uma pequena síntese do que foi vivenciado durante o debate, a qualidade dos principais argumentos e contra-argumentos para então anunciar a bancada Oponente como vencedora. A bancada Oponente também foi declarada vencedora do debate pelo Júri Popular, pois se contradisse menos e usou argumentos mais elaborados durante o debate. Numa atividade como essa, é necessária a participação de todos os estudantes ora de forma oral, ora organizando as ideias, para avaliar os argumentos e contra-argumentos dos colegas. Esse é um movimento que os faz defender suas opiniões e, ao mesmo tempo, aceitar outras opiniões para então permitir mudanças ou adaptações nas suas concepções iniciais, mesmo sem explicitá-las durante o debate.

Os argumentos da bancada Proponente giravam em torno de como conservantes são importantes e indispensáveis para a vida dos seres humanos. Os principais argumentos estavam pautados no impedimento da degradação dos alimentos e inibição da proliferação de microrganismos para aumentar sua durabilidade.

Com o final do Debate Crítico, percebeu-se que a turma, apesar de se contradizer em alguns argumentos, conseguiu articular aspectos científicos e sociais sobre os conservantes. Também foi capaz de trabalhar o pensamento crítico diante da problematização, pois para muitos estudantes foi necessário reconhecer diferentes pontos de vista a partir dos quais um problema pode ser abordado o que permite pensar com critérios cada possibilidade (Leitão, 2012).

Análise dos mapas conceituais

Os estudantes apresentaram certa dificuldade na construção dos mapas, porque era a primeira vez que produziam tal instrumento. Dessa forma, as questões técnicas foram excluídas desta análise, embora os mapas ainda precisem ser trabalhados quanto à clareza semântica nas proposições (conceito 1 + termo de ligação + conceito 2). A clareza semântica é mais bem estabelecida quando são utilizados verbos como termos de ligação entre cada par de conceitos (Correia *et al.*, 2010). Assim, não é objetivo deste estudo avaliar a qualidade técnica dos mapas, mas buscar indícios de que o debate contribuiu para a promoção de uma Aprendizagem Significativa Crítica.

De forma geral, os primeiros mapas conceituais responderam à pergunta focal “O que são os conservantes?” e a maioria deles apresentou proposições conceitualmente corretas. A grande maioria dos mapas também apresentou uma disposição hierarquizada dos conceitos, ou seja, os conceitos se interligaram de modo que o mais amplo foi sendo ligado aos mais específicos através de termos de ligação adequados.

A análise dos mapas conceituais construídos uma semana depois do Debate Crítico mostrou que houve um aumento no número de conceitos em todos os mapas analisados, quando comparados com os respectivos mapas iniciais. Isso mostra indícios de que os novos conhecimentos foram integrados aos já existentes na

estrutura cognitiva dos estudantes. Os mapas apresentaram mais ramificações e consequentemente trouxeram mais proposições com clareza semântica. Esse fato provavelmente ocorreu por conta dos novos conhecimentos construídos em decorrência do Debate Crítico, seja na sua preparação ou na sua realização. Todas essas observações independem da bancada que cada estudante participou no debate. Para exemplificar esse movimento vamos apresentar a análise de dois mapas conceituais de um dos estudantes que participou da bancada Júri Popular, que estão apresentados na Figura 1.

Escolhemos mostrar a análise dos mapas de um estudante da Bancada Júri Popular porque i) esta bancada é uma modificação do MDC proposta neste trabalho e ii) para buscarmos indícios de como a preparação e discussão de um Debate Crítico pode contribuir para a promoção de uma ASC de estudantes que não apresentaram verbalmente seus argumentos. Ao analisar o mapa produzido antes da participação do estudante no Debate Crítico e sua preparação (Figura 1a), percebemos que os conhecimentos prévios estão pautados na funcionalidade dos conservantes nos alimentos, ou seja, em informações que são de domínio público. É interessante perceber que, embora do termo central “conservantes” saiam

dois caminhos de articulação conceitual, ambos pertencem ao mesmo domínio: a sua presença e ação de preservação nos alimentos. A apresentação é neutra, pois não expressa uma opinião sobre existir ou não consequências do uso de conservantes. Por outro lado, no mapa conceitual construído após o debate (Figura 1b), que responde à mesma pergunta focal, além de apresentar maior

quantidade de proposições também apresenta domínios diferentes, sendo um ligado aos impactos do uso de conservantes (benefícios e malefícios) e o outro à classificação química. Ao apresentar mais de um domínio no mapa, o estudante buscou similaridades e diferenças entre os conceitos e isso

A análise dos mapas conceituais construídos uma semana depois do Debate Crítico mostrou que houve um aumento no número de conceitos em todos os mapas analisados, quando comparados com os respectivos mapas iniciais. Isso mostra indícios de que os novos conhecimentos foram integrados aos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

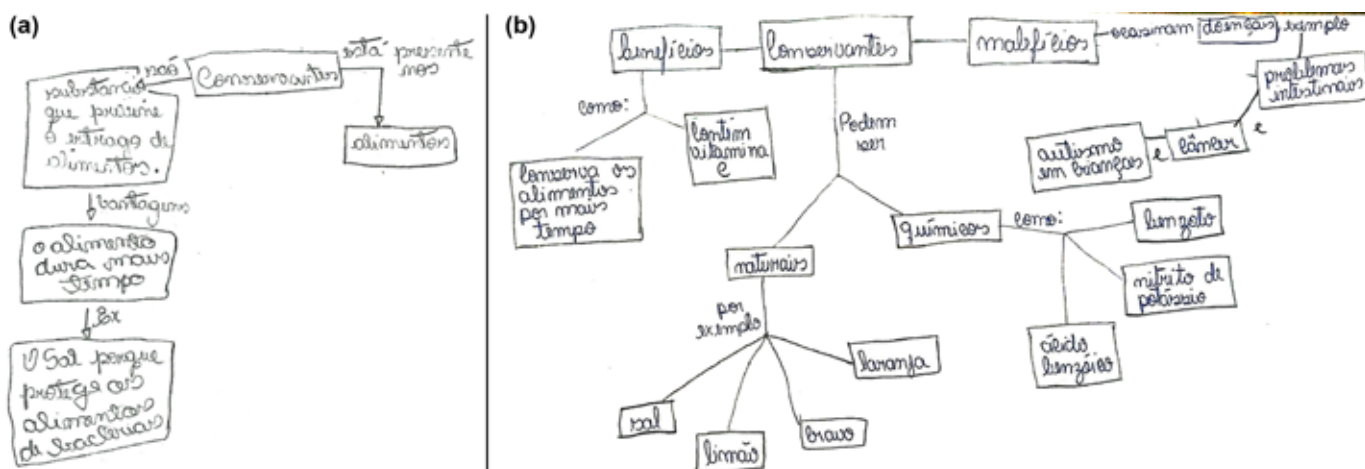


Figura 1: Mapas conceituais produzidos por um estudante a) antes e b) depois da participação no Debate Crítico.

constitui um processo mais sofisticado de reconciliação dos conhecimentos (Moreira, 1980).

Os conceitos apresentados no primeiro mapa continuam presentes no segundo, mas estão localizados em proposições que parecem ter proporcionado uma mudança no seu significado. O sal no segundo mapa, por exemplo, não deixou de ser um conservante, mas agora ele aparece como um exemplo de conservante natural. A aplicação relacionada com “alimentos conservados por mais tempo”, no segundo mapa, tornou-se um conceito que está ligado ao benefício do uso de conservantes e deixou de ser o aspecto mais relevante, como apresentado no primeiro mapa.

No segundo mapa existem evidências do impacto do Debate Crítico na estrutura cognitiva do estudante, pois mostra duas perspectivas do uso dos conservantes: os benefícios e os malefícios. Tais perspectivas foram trabalhadas no debate e os impactos à saúde humana

sustentaram muitos dos argumentos da bancada Oponente. A posição do estudante continua neutra, pois não há uma defesa aparente sobre qual perspectiva representa sua opinião. Contudo, ao mostrar os dois lados do uso de conservantes, o estudante mostra um pensamento muito mais crítico. Além disso, o mapa mostra aspectos químicos relevantes, como a classificação dos conservantes em naturais e “químicos”, com mais de um exemplo para cada um. Isso nos mostra o quanto os conhecimentos prévios se tornaram mais especificados e mais ricos, isto é, mais diferenciados (Moreira, 1980), provavelmente por conta da preparação e participação do estudante, mesmo sem se manifestar no Debate Crítico. Tudo o que foi apresentado até aqui são fortes indícios de que uma Aprendizagem Significativa Crítica está em curso para este estudante. A expectativa é que uma aprendizagem promovida de forma significativa e crítica possa impactar os estudantes na forma de enxergar o mundo e gerar posicionamentos capazes de transformá-lo.

Considerações finais

É preciso romper com o método de ensino associado a estratégias didáticas em que o conhecimento seja adquirido pela repetição ou de forma literal. O Modelo de Debate

Referências

- AQUINO, K. A. S.; LIMA, R. S. A.; SILVA, A. S. F. Um estudo sobre as contribuições das situações argumentativas para a construção e estabilização dos conhecimentos na perspectiva da aprendizagem significativa crítica. *Instrumento*, v. 12, n. 2, p. 255-268, 2019.
- AQUINO, K. A. S.; OLIVEIRA, N. A. B.; NOGUEIRA, R. C.; DE CHIARO, S. Construção e análise de material instrucional potencialmente significativo para a educação química no ensino

Crítico se mostrou uma estratégia com potencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a promoção de uma Aprendizagem Significativa Crítica no ensino de química. Neste trabalho foram analisados os impactos da participação de estudantes do ensino médio em um Debate Crítico sobre alimentos industrializados para discutir questões vivenciadas nos seus cotidianos. Então, fez-se uso de uma estratégia que deu autonomia ao estudante e proporcionou um ambiente que propiciou o uso da argumentação.

A utilização de mapa conceitual como ferramenta de avaliação mostrou que a participação dos estudantes no Debate Crítico e em sua preparação proporcionou modificações nas suas estruturas cognitivas, deixando-as mais ricas e especificadas. Tal observação nos dá indícios de que os conceitos foram mobilizados de forma mais reflexiva e crítica dentro do processo de construção do mapa conceitual após a participação do estudante no debate e sua preparação. Podemos inferir que

usar o Modelo de Debate Crítico como estratégia didática tem grande potencial para promover uma Aprendizagem Significativa Crítica em estudantes da educação básica. Com a adequação que sugerimos neste trabalho é possível incluir todos os estudantes de turmas com um número maior de estudantes, uma realidade nas escolas brasileiras, no Modelo de Debate Crítico sem perder o seu potencial de desenvolver competências ligadas à argumentação.

Notas

¹Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=qYbLv9u88fo> (acesso em jan. 2021).

²Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=ZJnRFQmUaAI> (acesso em jan. 2021).

Kátia Aparecida da Silva Aquino (aquino@ufpe.br), possui pós-doutorado em Educação Tecnológica pela UFPE e licenciatura em Química pela UFRPE. Atua como docente Titular do Colégio de Aplicação da UFPE e é membro permanente do Programa de Mestrado Profissional em Rede para o Ensino de Ciências Ambientais (PROFCIAMB-UFPE). Recife, PE – BR. **Géssica Karla de Queiroz** (gessicakarl@hotmail.com), licenciada em Química pela UFRPE e atua como docente na Secretaria de Educação do Estado e Pernambuco. Recife, PE – BR. **Fabiana da Silva Aquino** (fasiaquino@gmail.com), doutora em Inovação de Medicamentos pela UFRPE e licenciada em Ciências Biológicas pela UFRPE. Recife, PE – BR.

médio. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 7, n. 3, p. 43-59, 2017.

ALTARUGIO, M. H.; DINIZ, M. L.; LOCATELLI, S. W. O debate como estratégia em aulas de química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 26-30, 2010.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC, 2000.

- _____. *Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio*. Brasília: MEC, 2018.
- CORREIA, P. R. M.; SILVA, A. C.; ROMANO JUNIOR, J. G. Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. *Revista Brasileira de Física*, v. 32, n. 4, p. 4402-4408, 2010.
- DE CHIARO, S. 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. 330-357, 2005.
- DE CHIARO, S. e AQUINO, K. A. S. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. *Educação e Pesquisa*, v. 43, n. 2, p. 411-426, 2017.
- FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de química: textos de divulgação científica desencadeando debates. *Acta Scientiae*, v. 16, n. 3, p. 613-630, 2014.
- FUENTES, C. Elementos para o Desenho de um Modelo de Debate Crítico na Escola. In: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M.C. *Argumentação na Escola: O Conhecimento em Construção*. Campinas: Pontes, 2011.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.
- LEITÃO, S. The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, v. 6, p. 332-360, 2000.
- _____. O trabalho com argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem: um desafio persistente. *Uni-pluri/versidad*, v. 12, n. 3, p. 23-37, 2012.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, v. 32, n. 4, p. 474-479, 1980.
- _____. Aprendizaje Significativo Crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, v. 6, p. 83-101, 2005.
- _____. Negociação de Significados e Aprendizagem Significativa. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 1, n. 2, p. 2-13, 2008.
- _____. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2012.
- NOVAK, J. *Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Nova Torque: Routledge, 2010.
- POLÔNIO, M. L. T. e PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. *Caderno de Saúde Pública*, v. 25, n. 8, p. 1653-1666, 2009.
- POZO, J. I. e CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- TENREIRO-VIEIRA, C. e VIEIRA, R. M. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. *Revista Brasileira de Educação*, v. 18, n. 52, p. 163-188, 2013.

Para saber mais

- LIMA, R. S. A.; AQUINO, K. A. S.; FIRME, R. N. Percepção, conhecimento e linguagem: contribuições da argumentação para construção de uma aprendizagem significativa crítica. *Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica*, v. 4, n. 1, p. 408-424, 2018.
- DE CHIARO, S.; AQUINO, K. A. S.; LIMA, R. C. N. A argumentação presente na construção de mapas conceituais como propulsora de uma aprendizagem significativa crítica. *Dynamis*, v. 25, n. 3, p. 68-85, 2019.

Abstract: *Use of the critical debate model as a teaching strategy for the construction of chemical knowledge from the perspective of a critical meaningful learning.* In our democratic society, it is essential that young people receive an education that allows the elaboration and analysis of arguments about social problems. This paper aims to explore the argumentation process for the construction of chemical knowledge based on criticality and reflection. Thus, a didactic sequence was developed using the Critical Debate Model. It was adapted for a public school in the state of Pernambuco. The perspective is to develop a Critical Meaningful Learning through socio-scientific issues related to the teaching of Chemistry. Concept maps produced by the students were used to assess the impact of the activity before and after the intervention. Our results showed evidence that the students' previous knowledge became richer and more specific after the development of the argumentative actions provided in the entire process of preparation and participation in the critical debate.

Keywords: chemistry teaching, argumentation, conceptual maps

Lembrança Estimulada no Desenvolvimento da Prática Reflexiva de Licenciandos em Química sobre Argumentação

Ariane B. Lourenço, Lamonielli F. Michaliski, Armin Weinberger e Salete L. Queiroz

Pesquisadores da área de educação em ciências têm enfatizado a importância da promoção da argumentação em ambientes de ensino. No entanto, poucos professores possuem formação para auxiliar os estudantes no desenvolvimento de tal habilidade, sendo escassos os conhecimentos a respeito da aplicação de atividades didáticas com foco na argumentação. Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo apresentar e discutir reflexões de seis licenciandos em química sobre a abordagem de ensino de ciências pautada na argumentação. Para tanto, o método da lembrança estimulada foi empregado e envolveu a apresentação de vídeos de aulas ministradas pelos licenciandos. Os vídeos os estimularam a narrar suas experiências e contribuíram para que expressassem as escolhas em suas práticas didáticas. Os resultados da investigação mostraram que o método proporcionou aos pesquisadores a identificação de fatores impactantes nas aulas nas quais os licenciandos buscam promover a argumentação.

► argumentação, química, formação de professores ◀

Recebido em 19/09/2020, aceito em 09/01/2021

129

A formação inicial de professores constitui-se em um momento ímpar para discutir e preparar o licenciando para atuar com práticas educativas inovadoras e desenvolver habilidades que o permita agir como pesquisador de suas ações docente (Ortega *et al.*, 2018). Dentre as práticas educativas em destaque nos últimos anos encontra-se a argumentação, a qual é indicada para ser utilizada no contexto escolar, pela literatura da área (Archila, 2016; Ortega *et al.*, 2018) e também em documentos curriculares nacionais (BNCC, 2018), por possibilitar ao sujeito analisar e criticar evidências, assim como estabelecer relações entre as informações e avaliá-las (Perez e Acosta, 2018; Goizueta e Planas, 2013).

Na área de ciências naturais, a argumentação assume o papel de uma das principais competências no processo formativo de estudantes, visto que contribui na preparação para atuação em debates sociocientíficos pautados em bases

confiáveis (Perez e Acosta, 2018; Ramos *et al.*, 2019). Além disso, potencializa o entendimento dos conceitos científicos, a aproximação com a linguagem científica e a troca de saberes entre os próprios alunos e entre esses e o professor (Ramos *et al.*, 2019).

Para a efetivação de tal prática em contexto de aulas de ciências urge que os professores desenvolvam ações que ofereçam aos alunos a oportunidade de trabalhar em um ambiente onde possam expressar suas ideias, apresentar contra-argumentos, tenham acesso a bases científicas que respaldem suas colocações e construam o conhecimento em uma perspectiva argumentativa.

Para a efetivação de tal prática em contexto de aulas de ciências urge que os professores desenvolvam ações que ofereçam aos alunos a oportunidade de trabalhar em um ambiente onde possam expressar suas ideias, apresentar contra-argumentos, tenham acesso a bases científicas que respaldem suas colocações e construam o conhecimento em uma perspectiva argumentativa. Uma aula, para assumir tal conformação, requer

a preparação dos profissionais para esse fim (Ramos *et al.*, 2019; Lourenço e Queiroz, 2020).

Embora a literatura da área aponte para a necessidade da formação de professores de ciências na prática argumentativa, pode-se considerar que poucos têm acesso a tal preparo

(Archila, 2016). Nessa perspectiva, Archila (2016) considera premente desenvolver investigações que venham a responder ao questionamento: *Como formar professores de ciências que promovam a argumentação?* O autor pondera também que as formações que se propõem a preparar os docentes para o desenvolvimento de ações argumentativas devem compor elementos de discussão para responder sequencialmente às perguntas: *O que é argumentar em ciências?*; *Para que promover a argumentação no contexto escolar de ciências?* e *Como fomentar a argumentação em aulas de ciências?*

Poucos são os trabalhos que estudam a preparação de licenciandos no que tange à prática argumentativa em contexto escolar no Brasil (Ibraim e Justi, 2017; Lourenço *et al.*, 2016). No trabalho de Ibraim e Justi (2017), após o desenvolvimento de atividades voltadas ao ensino explícito de argumentação a seis professoras de química em formação, é destacado o fato de não terem ocorrido momentos específicos destinados à reflexão sobre as aulas simuladas por elas ministradas, o que os autores acreditam que teria sido vantajoso, pois poderiam “favorecer a reflexão das licenciandas sobre suas próprias ações ao conduzir situações argumentativas e as dificuldades enfrentadas, podendo potencializar as influências do ensino explícito de argumentação no desenvolvimento das habilidades para conduzir situações argumentativas em sala de aula” (Ibraim e Justi, 2017, p. 1010).

Considerando as demandas anunciadas tanto no trabalho de Archilla (2016) como no de Ibraim e Justi (2017), direcionamos nossa investigação para trazer contribuições ao professor formador que atua junto a licenciandos em química, no que tange à preparação desses para a promoção da prática argumentativa em sala de aula da Educação Básica. Nessa perspectiva, adotamos como objetivo deste trabalho a investigação das reflexões de licenciandos em química sobre o desenvolvimento de regências voltadas à prática argumentativa e implementadas em aulas no ensino médio.

As atividades de reflexão foram realizadas no contexto de uma disciplina de Prática de Ensino de Química (PEQ), ofertada em um curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública brasileira. A referida disciplina foi estruturada de maneira a permitir uma formação de professores pautada em práticas reflexivas, e os licenciandos tiveram a oportunidade de pesquisar sua própria prática, em um movimento de reflexão em uma esfera individual e em parceria colaborativa com os colegas e com o docente de PEQ.

Os momentos de reflexividade dos licenciandos foram conduzidos pelo professor da referida disciplina por meio da Lembrança Estimulada (LE), que possibilita o resgate de momentos relevantes de experiências vividas pelos sujeitos suscitado por meio de estímulos. Neste trabalho tais estímulos foram ocasionados pelos vídeos das regências dos licenciandos, enquanto o nível de reflexão ocorrido na LE

foi investigado com base no Quadro Analítico Adaptado de Geiger *et al.* (2016). O método da LE e o referido Quadro Analítico são sucintamente apresentados em tópicos a seguir.

Percurso Metodológico

Contexto de aplicação da proposta

A pesquisa foi realizada com alunos do curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade de São Paulo, matriculados em disciplina de PEQ. Para participar desta pesquisa os licenciandos foram convidados e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A disciplina conta com oito créditos semanais, tem duração de um ano e visa à preparação do licenciando para a prática docente no ensino médio. As ações desenvolvidas na disciplina incluíram a dinâmica de formação na temática argumentação realizada em duas etapas. Na primeira etapa as atividades foram realizadas para subsidiar os licenciandos com aspectos teóricos da argumentação e na segunda etapa foram desenvolvidas as atividades de estágio curricular supervisionado: inicialmente os licenciandos realizaram o estágio de observação em aulas de química, e depois elaboraram projetos de regência que deveriam contemplar ações com potencial de desencadear a argumentação em aulas do ensino médio.

Uma vez confeccionados, os projetos foram inicialmente apresentados pelos licenciandos em aulas da disciplina para os demais colegas e professor da turma e realizou-se um processo de *peer-review*

(Peron *et al.*, 2021), no qual cada licenciando avaliou o projeto de regência de um colega, a fim de apontar as potencialidades e fragilidades do mesmo na promoção da argumentação. Finalizado o processo de *peer-review*, os licenciandos apresentaram a versão final de seus projetos, atendendo as observações/sugestões feitas pelos colegas/professor, e só então foram para a sua execução em sala de aula da Educação Básica. Seis licenciandos matriculados na disciplina ministraram as regências. Os seus codinomes constam no Quadro 1, juntamente com a temática das regências, estratégias e ações empregadas na promoção da argumentação.

Obtenção e análise dos dados

As regências foram gravadas em áudio e vídeo e disponibilizadas aos licenciandos para procederem a realização da LE (Falcão e Gilbert, 2005). Para tanto, os licenciandos receberam as seguintes orientações: a) selecione dois episódios da gravação da sua regência em que é possível observar o uso de procedimentos didáticos por você adotados para promover a prática argumentativa em suas aulas de química. Você pode selecionar episódios que resultaram ou não na argumentação dos alunos; b) uma vez selecionados os episódios, indique quais critérios você procurou atender tendo em vista a lista construída de forma coletiva durante as aulas

Os momentos de reflexividade dos licenciandos foram conduzidos pelo professor da referida disciplina por meio da Lembrança Estimulada (LE), que possibilita o resgate de momentos relevantes de experiências vividas pelos sujeitos suscitado por meio de estímulos.

Quadro 1: Codinomes dos licenciandos com a indicação da temática das respectivas regências, estratégias e ações empregadas na promoção da argumentação

Participante	Temática regência	Estratégias e ações empregadas na promoção da argumentação
Lic. 1	Ligações Metálicas	<p><u>Estratégia lúdica</u>¹: disposição de objetos em uma mesa; escolha livre por parte dos alunos de um objeto relacionado com a temática de estudo; apresentação de justificativas por parte dos alunos para a escolha do objeto; interação dos alunos com os colegas sobre a escolha feita; orientação e fechamento da discussão por parte do licenciando.</p> <p><u>Atividade experimental demonstrativa</u>: realização por parte do licenciando de um experimento envolvendo a temática, com abertura para que os alunos levantassem hipóteses sobre os fenômenos envolvidos, e o questionassem, bem como elaborassem justificativas sobre os resultados alcançados; discussão final conduzida pelo licenciando e análise das ideias apresentadas pelos alunos.</p> <p><u>Atividade experimental</u>: separação dos alunos em grupos; realização por parte dos alunos de um experimento sobre a temática; direcionamento, por meio de um roteiro pré-estabelecido, para o levantamento de hipóteses dos alunos sobre o experimento; compartilhamento pelos grupos dos resultados e conclusões sobre o experimento; discussão conduzida pelo licenciando com a classe toda sobre o experimento.</p> <p><u>Método cooperativo de aprendizagem jigsaw</u>²: apresentação da temática aos alunos; separação dos alunos em grupos de base e depois em grupo de especialistas; discussão dos alunos nos grupos de especialistas sobre conceitos específicos da temática; retorno dos alunos ao grupo de base e compartilhamento dos conceitos discutidos no grupo de especialista; apresentação de cada grupo de base sobre suas considerações sobre a temática; ampliação e fechamento da discussão por parte do licenciando.</p>
Lic. 2	Radioatividade – Fusão e Fissão Nuclear	<p><u>Estratégia lúdica</u>: separação dos alunos em grupos; entrega de material didático sobre a temática aos grupos; discussão dos alunos sobre os conceitos apresentados no material; compartilhamento por parte dos alunos de suas ideias sobre a temática, bem como apresentação de justificativas; discussão da temática com toda a sala; condução e fechamento da discussão por parte do licenciando.</p> <p><u>Método cooperativo de aprendizagem jigsaw</u>: apresentação da temática aos alunos; separação dos alunos em grupos de base e depois em grupos de especialistas; discussão nos grupos de especialistas sobre conceitos específicos da temática; retorno dos alunos aos grupos de base e compartilhamento dos conceitos discutidos nos grupos de especialistas; apresentação de cada grupo de base sobre considerações sobre a temática; ampliação e fechamento da discussão por parte do licenciando.</p>
Lic. 3	Lei de Hess e Energia de Ligação	<p><u>Estratégia lúdica</u>: separação dos alunos em grupos; entrega aos grupos de um jogo sobre a temática; atividade com o jogo inicialmente nos grupos e depois com ampliação a uma interação entre os grupos com apresentação de argumentos e contra-argumentos sobre a assertividade da atividade por cada grupo; discussão final direcionada pelo licenciando à análise das colocações dos alunos.</p>
Lic. 4	Biomoléculas: Proteínas, Carboidratos e Lipídeos	<p><u>Estudo de caso</u>: separação dos alunos em grupos; entrega de um caso investigativo sobre a temática elaborado pelo licenciando; discussão entre os alunos para solucionar o caso; apresentação das soluções por parte dos alunos; discussão final conduzida pelo licenciando com análise das soluções apresentadas.</p>
Lic. 5	Oxidação	<p><u>Atividade experimental</u>: realização por parte do licenciando de um experimento envolvendo a temática, com abertura para que os alunos levantassem hipóteses sobre os fenômenos envolvidos, o questionassem e elaborassem justificativas sobre os resultados; discussão final conduzida pelo licenciando com análise das ideias apresentadas pelos alunos.</p>
Lic. 6	Lei de Hess e Energia de Ligação	<p><u>Estratégia lúdica</u>: separação dos alunos em grupos; entrega de um jogo sobre a temática aos grupos; atividade com o jogo inicialmente nos grupos e depois com ampliação a uma interação entre os grupos com apresentação de argumentos e contra-argumentos sobre a assertividade da atividade por cada grupo; discussão final direcionada pelo licenciando à análise das colocações dos alunos.</p>

de PEQ, denominada: “Critérios a considerar na elaboração de atividades didáticas que favoreçam a argumentação dialógica em ambientes de ensino”; c) apresente as facilidades e/ou dificuldades encontradas por você na implementação

de ações didáticas em uma perspectiva argumentativa em aulas de química.

Esclarecemos que a lista de critérios mencionada no item b das orientações foi elaborada na primeira etapa da

dinâmica de formação pelos licenciandos, em conjunto com o professor formador da disciplina de PEQ. Para a construção da lista, o formador conduziu uma roda de conversa em que os licenciandos listaram ações docentes e estratégias de ensino que possuem potencial de propiciar a argumentação em sala de aula.

Para o desenvolvimento das atividades da LE os licenciandos tiveram um período de quinze dias, após o qual entregaram um relatório por escrito e participaram de uma aula na disciplina de PEQ em que compartilharam com os colegas os episódios selecionados, bem como sua análise. Na ocasião, para conduzir a reflexão dos licenciandos no contexto da LE, o professor formador pautou-se em quatro práticas propostas por Van Es *et al.* (2014), descritas em tópico a seguir.

Dado o contexto e as condições em que a LE foi realizada, lançamos mão da gravação da aula na disciplina PEQ em que os licenciandos apresentam análise dos episódios de ensino, para investigarmos suas reflexões sobre o desenvolvimento de aulas de química em uma perspectiva argumentativa. Para a análise desse material inicialmente procedemos a sua transcrição na íntegra e separamos as falas em turnos, aqui entendidos como cada momento em que houve mudança do falante, os quais configuram-se como Unidades de Análise (UA). O total de UA para cada licenciando foi: 31 (Lic. 1), 39 (Lic. 2), 40 (Lic. 3), 27 (Lic. 4), 23 (Lic. 5) e 36 (Lic. 6). Uma vez identificadas todas as UA, estas foram analisadas com base no Quadro Analítico Adaptado de Geiger *et al.* (2016).

Método da Lembrança Estimulada

O referido método constitui-se em uma maneira de reavivar as memórias sobre uma determinada situação vivenciada, por meio de estímulos apropriados em que se busca a reflexão dos sujeitos sobre episódios experienciados. Os estímulos são configurados, em geral, a partir da entrega de registros, os quais servem como pistas que colaboram para que lembrem do evento e sejam capazes de expressar verbalmente os pensamentos, saberes e concepções formuladas durante e depois da atividade (Falcão e Gilbert, 2005).

O uso da LE no ensino de ciências é reportado em trabalhos realizados tanto em espaços não formais como formais de aprendizagem. Dentre os estudos relacionados aos espaços não formais está o de Falcão e Gilbert (2005), no qual os autores analisaram o potencial da LE como uma ferramenta de investigação da aprendizagem de visitantes e mediadores de dois museus de ciências. A LE foi desencadeada a partir da apresentação de vídeos e de fotos digitais das visitas, e a sua principal contribuição consistiu em facilitar ao entrevistado expressar o significado de suas experiências e os motivos de suas escolhas no decorrer da visita.

Ainda nessa vertente está o trabalho de Reis e Takahashi (2017), que usou a LE para investigar aspectos significativos atribuídos por licenciandos em física após realizarem uma visita a um museu de ciências. Os autores apontaram que a LE “mostrou-se importante para resgatar as lembranças significativas dos alunos em relação ao museu, justificar as escolhas pelos artefatos que de alguma forma possibilitaram alguma aprendizagem e reflexões sobre a relação museu-público e museu-aprendizagem” (Reis e Takahashi, 2017, p. 9).

No contexto de educação formal de química são poucos os trabalhos descritos na literatura nacional, destacando-se o de Aizawa *et al.* (2017). Nele, vídeos de aulas ministradas por licenciandos em química foram usados para a construção da sua percepção gestual, a partir de uma perspectiva multimodal. Os vídeos foram exibidos e discutidos com os licenciandos, os quais justificaram seus gestos. Para os autores a LE por vídeo favoreceu a conscientização da referida prática e propiciou que os licenciandos tomassem “consciência do que foi falado, do posicionamento do corpo e das mãos

para que no futuro modifiquem suas ações tendo como principal objetivo produzir significados” (Aizawa *et al.*, 2017, p. 10).

Para a execução da LE foram adotadas neste trabalho as quatro práticas propostas por Van Es *et al.* (2014), com pequenas adaptações, para engajar professores em

discussões significativas usando vídeos em grupos: *orientar o grupo para a tarefa de análise do vídeo, conduzir uma postura de questionamentos, manter a atenção no vídeo e no assunto em discussão e fomentar a colaboração em grupo.*

A prática de *orientar o grupo para a tarefa de análise do vídeo* implica em fornecer os vídeos aos sujeitos, assim como orientações no sentido de potencializar as discussões. Neste trabalho todas as regências foram gravadas em áudio e vídeo e disponibilizadas aos licenciandos, os quais receberam do professor formador orientações sobre como proceder na execução das análises.

A prática de *conduzir uma postura de inquérito* prevê que sejam realizados questionamentos aos professores no sentido de manter discussões e análises significativas das situações vivenciadas. Tais aspectos foram contemplados nesta pesquisa nas falas do professor formador quando, por exemplo, questionava os licenciandos sobre as razões para afirmarem que tinham promovido a argumentação em sua regência. Além disso, tal prática foi verificada quando os licenciandos foram questionados sobre o que fariam de diferente em uma futura prática pautada na argumentação.

A prática de *manter o foco no vídeo e no assunto em discussão*, aqui renomeada como *manter o foco no vídeo e na prática argumentativa*, exige que o professor formador mantenha a discussão do grupo fundamentada na temática de estudo e com o uso do vídeo. Neste trabalho o professor formador direcionou a discussão de modo a abarcar questões que permeiam a prática argumentativa.

Para a construção da lista, o formador conduziu uma roda de conversa em que os licenciandos listaram ações docentes e estratégias de ensino que possuem potencial de propiciar a argumentação em sala de aula.

A prática de *fomentar a colaboração em grupo* prevê a realização de ações pelo professor formador no sentido de direcionar os envolvidos na atividade para investigarem juntos o tema em estudo. Neste trabalho tal prática ocorreu em circunstâncias nas quais o professor formador abriu a discussão para que todos os licenciandos envolvidos na LE expusessem suas ideias sobre as colocações do colega que expressava as reflexões sobre trechos das regências que havia conduzido. Esta prática também foi contemplada quando da validação por parte do professor formador de proposições apresentadas pelos licenciandos durante a LE.

Quadro Analítico de Geiger *et al.* (2016)

A caracterização das reflexões realizadas pelos licenciandos ao participarem da LE foi realizada com base no Quadro Analítico Adaptado de Geiger *et al.* (2016). Este tem uma natureza bidimensional, sendo que a primeira dimensão descreve três níveis de reflexão: técnico, deliberado e crítico. Os níveis são hierárquicos, com aumento da complexidade partindo do nível técnico até chegar ao crítico (Quadro 2). Para os autores não se espera que os professores, em geral, logrem o nível mais complexo de reflexão, principalmente quando se encontram em início de carreira. No entanto, espera-se que o progresso no desenvolvimento profissional conduza ao nível mais avançado.

A segunda dimensão descreve o objeto do processo reflexivo. Ou seja, cada nível é associado a três objetos de respostas reflexivas (ORR), sendo *si mesmo* focado em uma descrição pessoal, *prática* direcionado para a reflexão

da atividade educativa e *alunos* em que a reflexão recai nos alunos envolvidos na atividade.

Um exemplo da forma como a análise foi realizada consta no Quadro 3. Para proceder a classificação, dois autores deste trabalho analisaram as UA separadamente e depois reuniram-se no intuito de discutirem as possíveis divergências, de maneira a chegarem a um consenso. Cabe destacar que em alguns casos para uma mesma UA foi atribuído mais de um nível de reflexão e ORR.

No Quadro 3 a UA foi classificada como sendo do tipo técnico, tendo sido os alunos os ORR, visto que o licenciando descreve as respostas dos mesmos perante a atividade desenvolvida, sem discuti-las.

Resultados e Discussão

Os resultados serão apresentados e discutidos a partir dos níveis de reflexão técnico, deliberado e crítico e seus relativos ORR, a saber: *si mesmo*, *prática* e *alunos* (Quadro 2). Dessa forma, serão tecidas considerações sobre as reflexões em cada nível e as suas relações com a prática argumentativa dos licenciandos. Exemplos de cada nível de reflexão serão apresentados no texto a partir de UA, as quais terão algumas partes grifadas no sentido de enfatizar a relação do seu conteúdo com o nível de reflexão apresentado.

Nível de reflexão técnico

Esse nível reflete as colocações dos licenciandos sobre a sua prática em uma perspectiva técnica, no formato de um relato/descrição.

Quadro 2: Quadro Analítico Adaptado de Geiger *et al.* (2016, p. 463)

Níveis de Reflexão	Objeto de resposta reflexiva (ORR)		
	Si mesmo	Prática	Alunos
Técnico	O papel pessoal é descrito durante um evento de ensino. A descrição é objetiva e não fornece discernimento profundo a nível pessoal.	A atividade de ensino é somente descrita, sem acompanhamento de discussões ou reflexões.	As respostas dos alunos à atividade de ensino são somente descritas, sem acompanhamento de discussões ou reflexões.
Deliberado	O papel pessoal é descrito durante um evento de ensino. Uma explicação para o comportamento pessoal é fornecida.	Episódios são relacionados com a prática de ensino e uma razão ou explicação para a prática é enunciada.	As respostas dos alunos à atividade de ensino são observadas e uma razão ou explicação para estas respostas é construída.
Crítico	O papel pessoal é descrito durante um evento de ensino. O comportamento é analisado criticamente e comportamentos alternativos são discutidos.	O propósito de uma atividade é claramente enunciado e um julgamento é feito a respeito do sucesso ou falha da prática de ensino. Quando não há sucesso, uma prática ou atividade alternativa é sugerida.	As respostas dos alunos à atividade de ensino são observadas e uma razão ou explicação para estas respostas ou comportamentos é construída. Potenciais melhoras para a atividade são relacionadas a respostas antecipadas dos alunos.

Quadro 3: Classificação de UA, de acordo com o Quadro Analítico Adaptado de Geiger *et al.* (2016, p. 463)

Participante	UA	Nível de reflexão	ORR
Lic. 5	Então, alguns (alunos) leram o que escreveram para mim e justificaram o porquê achavam que um oxidava, o outro reduzia. Essa para mim foi a parte argumentativa.	Técnico	Alunos

O nível de *reflexão técnico-si mesmo (ORR)* ocorreu quando os licenciandos apenas descreveram um aspecto pessoal sobre a prática, sem explicação ou análise do seu comportamento. Tal nível foi identificado nas reflexões de todos os licenciandos, com as seguintes ocorrências de UA: 6 (Lic. 1), 15 (Lic. 2), 6 (Lic. 3), 2 (Lic. 4), 1 (Lic. 5) e 2 (Lic. 6). As UA classificadas nesse nível permitiram que fossem reconhecidos dois tipos de ações levadas a cabo pelos licenciandos na tentativa de promoção de uma aula de cunho argumentativo. O primeiro tipo diz respeito à realização de ações que buscam suscitar o engajamento dos alunos nas aulas, conforme exemplificado no Quadro 4 (UA - Lic.6) e o segundo tipo está relacionado à realização de ações vinculadas à escolha dos conteúdos e forma de ministrá-los, conforme exemplificado no Quadro 4 (UA - Lic.3).

Quadro 4: UA classificadas no nível de reflexão *técnico-si mesmo (ORR)*

Participante	UA
Lic. 6	Eu acho que o tempo todo <u>busquei conversar com eles, abrir espaço, pedir pra que eles participassem, sempre incentivei eles pra participar</u> . Então na medida do possível ... <u>tentei deixar os alunos a vontade. (grifos nossos)</u> .
Lic. 3	Eu usei <u>exemplo do gelo</u> , que é do dia a dia, eu <u>brinquei com o menino lá com o exemplo da conta bancária, falei no caso de uma equação exotérmica</u> , quando eles fazem um churrasco, que a fogueira é um exemplo que libera calor. <u>(grifos nossos)</u> .

Com relação ao primeiro tipo, as reflexões dos licenciandos mostram que o engajamento dos alunos foi buscado de várias formas, além da exemplificada no Quadro 4, dentre as quais estão a criação de espaços para que apresentassem suas ideias e vivenciassem um conflito conceitual, a promoção da interação entre eles nas atividades propostas, o fornecimento de assistência a grupos em atividades colaborativas e a condução de aulas por meio de questionamentos. Tais iniciativas dos licenciandos encontram respaldo na literatura da área, sendo recorrentes as recomendações para que aulas de caráter argumentativo ocorram em um contexto no qual sejam valorizados os questionamentos aos alunos, a ponderação sobre diferentes pontos de vistas, o incentivo para apresentação de ideias, bem como de escuta à opinião dos colegas (Simon *et al.*, 2006; Osborne, 2010).

As reflexões dos licenciandos também foram direcionadas à natureza dos conteúdos e à maneira de abordá-los, abrangendo ações voltadas ao estabelecimento de relações dos conteúdos com aspectos do cotidiano. Novamente, as iniciativas dos licenciandos estão alinhadas com os apontamentos

de pesquisadores da área, como Ortega *et al.* (2018, p. 571), os quais afirmam que “promover processos argumentativos requer valorizar o cotidiano como cenário não somente da aplicação consciente do conhecimento, mas também como possível ponto de início da construção da ciência escolar”.

A *reflexão técnico-prática (ORR)* configurou-se em falas dos licenciandos quando simplesmente descrevem as atividades de ensino desenvolvidas, em termos de aspectos técnicos (estratégias de ensino usadas) para promoverem a argumentação. O referido nível foi verificado para todos os licenciandos, com as seguintes

ocorrências de UA: 5 (Lic. 1), 8 (Lic. 2), 3 (Lic. 3), 4 (Lic. 4), 3 (Lic. 5) e 2 (Lic. 6). A partir das UA enquadradas nesse nível de reflexão observa-se a descrição de quatro tipos de estratégias usadas: método cooperativo de aprendizagem *jigsaw*, atividade experimental, estudo de caso e estratégia lúdica. Exemplo de colocação que aborda a primeira estratégia pode ser observado no Quadro 5 (UA-Lic. 1), enquanto a que aborda a segunda também no referido Quadro (UA - Lic. 5).

Quadro 5: UA classificadas no nível de reflexão *técnico-prática (ORR)*

Participante	Fala
Lic. 1	A minha regência então, ela foi dada em 4 aulas de 50 minutos, as aulas foram duplas, e o espaço entre elas foi de uma semana, dei no primeiro ano do colégio e a classe lá é bem pequena, tinha só uns 9 alunos, mas tinha o número certinho <u>para fazer o Jigsaw. (grifo nosso)</u>
Lic. 5	<u>Fiz um experimento de demonstração</u> ... coloquei sulfato de cobre numa plaquinha de zinco e sulfato de zinco numa plaquinha de cobre para ver o que acontecia. <u>(grifo nosso)</u>

A potencialidade das estratégias usadas é reconhecida na literatura da área, sendo a atividade experimental e a atividade lúdica, em particular, há anos utilizadas em contexto educativo, apresentando resultados eficazes de um ensino por investigação e direcionado à argumentação (Ribeiro Filho *et al.*, 2015). Já o uso do método *jigsaw* e do estudo de caso pode ser considerado, em especial no contexto brasileiro, como recente, sendo que ambos também têm revelado contribuições positivas à promoção da argumentação em aulas de química (Silva *et al.*, 2019; Cabral *et al.*, 2017). Além do uso das estratégias supracitadas, os licenciandos também relataram o oferecimento de aulas expositivas para subsidiar a argumentação. Estas são apontadas como capazes de fornecer evidências aos alunos para construção de argumentos (Simon *et al.*, 2006).

A *reflexão técnico-alunos (ORR)* abarcou colocações dos licenciandos sobre a forma como os alunos reagiram às atividades realizadas nas regências, sem apresentação de

explicações ou análises, apenas procedendo a uma descrição. Tal nível de reflexão foi identificado para todos os licenciandos, com as seguintes ocorrências de UA: 6 (Lic. 1), 12 (Lic. 2), 6 (Lic. 3), 3 (Lic. 4), 2 (Lic. 5) e 4 (Lic. 6). As UA de análise enquadradas neste nível revelam dois conjuntos de reações dos alunos ao participarem das atividades.

O primeiro conjunto diz respeito a aspectos positivos das reações dos alunos, como participação das atividades, apresentação de argumentos, discussão com os colegas e interesse pela temática em estudo. Exemplo nessa perspectiva pode ser observado no Quadro 6 (UA - Lic. 5). Já o segundo conjunto de reações revela aspectos que podem ser considerados como dificultadores na promoção da argumentação, como desinteresse dos alunos pela temática, vergonha em expor ideias e apatia. Exemplo dessa última reação é apresentado no Quadro 6 (UA - Lic. 3).

Quadro 6: UA classificadas no nível de reflexão *técnico-alunos* (ORR)

Participante	Fala
Lic. 5	Então, alguns leram o que escreveram pra mim e justificaram o porquê achavam que um oxidava, o outro reduzia. Essa pra mim foi a parte argumentativa. (grifo nosso)
Lic. 3	O pessoal estava meio apático. (grifo nosso)

A reação dos alunos frente à inserção de práticas argumentativas, destacada pelos licenciandos, é um aspecto também investigado por pesquisadores da área de ensino de ciências. Arias (2009), por exemplo, ao analisar a estrutura argumentativa de uma prática discursiva em sala de aula relata que o professor buscou promover a participação por meio da realização de perguntas e reformulações das ideias apresentadas pelos alunos, obtendo resultado insatisfatório, com uma baixa participação dos mesmos. O autor sugere que sejam ampliados os estudos para verificar se esse tipo de reação, aparentemente passiva, decorre do tipo de atividade proposta ou pode ser devida a outras circunstâncias.

Tendo em vista o exposto, as reflexões no nível técnico apontam para os seguintes fatores, recorrentemente mencionados, sugerindo a sua influência e impacto nas aulas que foram oferecidas pelos licenciandos com o intuito de promover a argumentação: o sucesso ou insucesso no engajamento dos alunos nas atividades e no uso de estratégias, assim como as reações dos alunos frente às atividades didáticas propostas.

Nível de reflexão *deliberado*

Esse nível reflete as colocações dos licenciandos sobre sua prática em uma perspectiva mais aprofundada do que o observado no nível de reflexão técnico, discutido anteriormente, pois aqui relatos são, necessariamente, acompanhados de explicações para situações específicas da regência voltadas à promoção da argumentação.

O nível de *reflexão deliberado-si mesmo* (ORR) ocorreu quando os licenciandos descreveram um aspecto pessoal

sobre a prática e apresentaram explicações a esse respeito. Tal nível de reflexão foi identificado apenas para três licenciandos, com as seguintes ocorrências de UA: 3 (Lic. 2), 1 (Lic. 3) e 2 (Lic. 6). As UA compreendidas nesse nível designam emoções experimentadas pelos licenciandos e podem ser verificadas no Quadro 7: satisfação (UA - Lic. 2), culpa (UA - Lic. 3), nervosismo e calma (UA - Lic. 6).

Quadro 7: UA classificadas no nível de reflexão *deliberado-si mesmo* (ORR)

Participante	Fala
Lic. 2	Outra parte que eu gostei bastante, foi a da dinâmica das figuras ... porque a princípio eu levei figurinhas distintas, algumas com aspectos positivos e outras com aspectos negativos relacionados a radioatividade. (grifo nosso)
Lic. 3	Eu tenho que falar eu, estava errado, estava errado, então assim, teve erros, que até estou com as cópias das resoluções que eles me entregaram, que assim, às vezes eles até erraram por culpa minha, porque estava faltando algum coeficiente. (grifo nosso)
Lic. 6	Eu fazia pergunta e não dava tempo de resposta. Então eu perguntava e aí ninguém falava, dava 2 segundos. Para mim foi uma eternidade, mas na hora que fui ver o vídeo, foi por pouco tempo, eu perguntava, quase não dava tempo pra eles e já falava alguma coisa em cima ... e fui falando, fui falando, de nervosismo (...) Eu fui falando, então, eu fui muito, então, nessa parte assim, eu fui muito afobado, nos outros dias eu relaxei. (grifos nossos)

A influência das emoções na prática docente, que foi colocada em pauta nas reflexões dos licenciandos, tem recebido atenção de pesquisadores da área de educação em ciências (Cortés *et al.*, 2017; Custódio *et al.*, 2013). A investigação realizada por Cortés *et al.* (2017) em um curso de formação de professores de ciências e matemática, por exemplo, visou o reconhecimento das emoções dos alunos, assim como a autoeficácia e autorregulação emocional dos mesmos.

No que concerne especificamente à formação de professores de química, Novais e Fernandez (2017, p.92) afirmam que ainda são escassos na literatura trabalhos que tratem sobre a temática e enfatizam: “o professor em exercício vivencia, na sala de aula, uma variedade de experiências que envolvem emoções, como frustração e entusiasmo, que podem influenciar as relações que ele estabelece com o seu objeto de ensino (conteúdos escolares), com as suas estratégias e com a sua profissão, de maneira a limitar ou favorecer a sua prática educativa”.

A *reflexão deliberado-prática* (ORR) configurou-se em falas dos licenciandos quando justificavam a potencialidade das atividades que haviam escolhido para promover a

argumentação, diferentemente do observado no nível de *reflexão técnico-prática (ORR)*, quando apenas mencionavam as estratégias. Tal nível de reflexão foi identificado para todos os licenciandos, com as seguintes ocorrências de UA: 3 (Lic. 1), 1 (Lic. 2), 2 (Lic. 3), 2 (Lic. 4), 2 (Lic. 5) e 2 (Lic. 6).

As UA enquadradas nesse nível apresentaram justificativas dos licenciandos frente às estratégias mencionadas no nível de *reflexão técnico-prática (ORR)*. Exemplos de UA nas quais constam tais justificativas estão elencados no Quadro 8 para o método *jigsaw* (UA- Lic. 1) e estudo de caso (UA- Lic. 4).

Quadro 8: UA classificadas no nível de reflexão *deliberado-prática (ORR)*

Participante	Fala
Lic. 1	Eu espero ter despertado o interesse dos alunos com o <i>jigsaw</i> , porque foi uma atividade diferente, que eles não conheciam ainda e eles puderam <u>eles mesmos ter que pesquisar aquilo e eles tinham que pesquisar, sabe, porque depois eles iam montar o grupo e tinham que explicar para outra pessoa que tinha que entender também.</u> (grifo nosso)
Lic. 4	O estudo de caso tinha problematização, né, <u>estimulava a reflexão</u> , dá para ver na conversa deles ... <u>Então eles querendo ou não estão fazendo uma escolha, então ou você está fazendo uma escolha ou está pensando em fazer</u> ... você está tendo que escolher entre várias opções e o porquê né, então pra eles, pensam nisso, né. (grifos nossos)

As justificativas apresentadas pelos licenciandos para a potencialidade das estratégias na promoção da argumentação estão em concordância com o reportado na literatura. Em específico quanto ao método *jigsaw*, a potencialidade do referido método, em geral, apoia-se no fato de criar ambientes favoráveis à discussão, à construção de argumentos e contra-argumentos, à resolução de problemas, à tomada de decisões por parte dos alunos e ao desenvolvimento de habilidades de comunicação (Silva *et al.*, 2019). Com relação ao método de estudo de caso esse estimula a reflexão dos alunos sobre o tema abordado e força a tomada de decisões (Souza e Queiroz, 2018).

No tocante à atividade lúdica, os licenciandos justificaram que o seu favorecimento à aprendizagem colaborativa abre espaço para a argumentação, o que encontra alinhamento com trabalhos da área (Zanon *et al.*, 2008), e no que concerne à atividade experimental, o seu potencial na promoção da argumentação foi indicado como relacionado à possibilidade dos alunos levantarem hipóteses e apresentarem justificativas sobre os fenômenos envolvidos no experimento. Colocações nessa perspectiva são também apontadas por Jiménez Aleixandre (1998), ao considerar que o aluno, ao participar de uma atividade experimental, tem a oportunidade

de aproximar-se da construção do conhecimento científico, o que favorece a argumentação.

A *reflexão deliberado-alunos* envolveu explicações dos licenciandos quanto a algumas reações dos alunos frente às atividades implementadas, diferentemente do observado no nível de *reflexão técnico-alunos (ORR)*, quando apenas as mencionavam. O referido nível foi identificado para cinco licenciandos, com as seguintes ocorrências de UA: 5 (Lic. 1), 4 (Lic. 2), 6 (Lic. 3), 2 (Lic. 4) e 3 (Lic. 6).

As UA enquadradas nesse nível revelaram explicações dos licenciandos tanto sobre reações dos alunos que dificultam a implementação de aulas argumentativas, como sobre reações que as facilitam. Exemplos dessas explicações estão apresentados no Quadro 9, sendo relacionadas, respectivamente, à timidez (UA- Lic. 1 e UA- Lic. 3) e à habilidade de construção de argumentos (UA- Lic. 2).

Quadro 9: UA classificadas no nível de reflexão *deliberado-alunos (ORR)*

Participante	Fala
Lic. 1	Nesse momento dá para perceber, alguns deles conseguiram montar os argumentos muito bem, outros não. <u>Outros tinham uma dificuldade imensa de construir um argumento... isso daí pode ser por causa da timidez</u> , afinal de contas essa era a primeira atividade que eu estava fazendo, eu tinha acabado de entrar na sala de aula, eles nunca tinham tido aula comigo. (grifo nosso)
Lic. 3	Deixa eu só falar uma coisa, eu até chamei ela de novo, porque assim, ela começou a falar um negócio lá no canto, que assim, eu vi que ela comentou com as amigas dela lá no canto, <u>mas na frente, eles não querem falar</u> , tipo, lá na frente ... É, foi o que eu percebi. <u>Então eles não querem expor a opinião deles para outras pessoas.</u> (grifos nossos)
Lic. 2	E aí no caso, a princípio eles receberam a figura que de imediato seria, no caso ... <u>o dado né...</u> depois analisando as <u>partes dos argumentos que eles deram</u> , o que eu entendi como <u>justificativa que eles apresentaram</u> foi essa parte que eles falaram né, forma uma nuvem, no cogumelo que é a explosão, também ficou bem nítido no que eles comentaram. Em <u>relação ao conhecimento básico</u> , também deu pra pegar porque eles falaram "ah, ocorre a separação, quebra das partículas" ... no caso <u>a conclusão que eles também falaram</u> de energia, que eles falaram de libera, espalha energia, seria então a bomba atômica produz a liberação, espalhamento de energia, e um dos meninos comentou ainda ... "ah, depois disso o pessoal não pode mais consumir água, o rio fica contaminado", então isso, um deles pelo menos né, <u>chegou a essa conclusão</u> de que "ah, o local fica contaminado, contamina o solo" e tudo mais. (grifos nossos)

A explicação apresentada pelos licenciandos para a reação dos alunos que resultou, ocasionalmente, na participação insatisfatória nas atividades argumentativas esteve fundamentada na timidez e no receio dos mesmos em expor as ideias de forma oral para os colegas e professor em sala de aula. Anwar *et al.* (2019) remetem-se a esse aspecto em pesquisa que se propõe a analisar argumentos sobre conteúdos de biologia, na qual se concluiu pela necessidade de oferecimento de oportunidades para a produção de argumentos na forma escrita, uma vez que a timidez mostrou-se como um fator limitante para alguns alunos em situações exclusivas de demanda oral. Como agravante, em contextos de formação inicial de professores, a atividade argumentativa pode estar sendo proposta por licenciandos com os quais os alunos estão tendo o primeiro contato.

Quanto às explicações dos licenciandos sobre a habilidade de construção de argumentos por parte dos alunos, estas foram pautadas na identificação de componentes como “dado”, “justificativa”, “conhecimento básico” e “conclusão”, de acordo com o Modelo de Toulmin (2001), nas produções dos mesmos. No Quadro 9 observa-se esse movimento (UA – Lic. 2), quando o licenciando explica quais trechos das falas dos alunos relacionavam-se aos elementos do argumento, de maneira a concluir, com tal análise, pela ocorrência da argumentação.

Tendo em vista o exposto, as reflexões no nível deliberado reforçam os seguintes fatores, que já haviam sido mencionados de forma menos aprofundada no nível técnico, como influentes e de impacto nas aulas que foram oferecidas pelos licenciandos com o intuito de promover a argumentação: uso de estratégias na sala de aula e reações dos alunos frente às atividades didáticas propostas. Em contraponto, um novo fator é extraído a partir das reflexões enquadradas nesse nível: influências das emoções na prática docente.

Nível de reflexão crítico

Esse nível reflete as colocações dos licenciandos sobre sua prática em uma perspectiva mais aprofundada do que o observado no nível de reflexão técnico e deliberado, discutidos anteriormente, pois aqui relatos são, necessariamente, acompanhados de análise crítica sobre o ocorrido e de propostas de alternativas à situação enunciada. Diferentemente dos outros níveis, nesse foram identificados somente os *ORR si mesmo e prática*.

O nível de *reflexão crítico-si mesmo (ORR)* envolveu descrições dos licenciandos de seu papel pessoal na prática argumentativa, bem como de sugestões à melhoria desse processo. Tal nível de reflexão foi identificado para apenas quatro licenciandos, com as seguintes ocorrências de UA: 2 (Lic. 1), 1 (Lic. 2), 1 (Lic. 3) e 1 (Lic. 5). Exemplos de UA enquadradas nesse nível podem ser verificadas no Quadro 10 e fazem referência às dificuldades enfrentadas para engajar todos os alunos nas atividades argumentativas propostas (UA – Lic. 3) e ao desperdício de oportunidade em utilizar o conhecimento prévio/hipóteses apresentadas pelos alunos na promoção da argumentação (UA – Lic. 5).

Quadro 10: UA classificadas no nível de reflexão *crítico-si mesmo (ORR)*

Participante	Fala
Lic. 3	Eu me foco muito nos alunos que estão interessados, <u>eu acho que poucas vezes na aula, eu, sei lá, tento conversar com o pessoal do fundo</u> , porque eu via que eles não estavam interessados, então, assim, a gente fez uns exemplos assim tentando chamar o pessoal do fundo, mas foram poucas vezes, então <u>talvez eu teria que mudar isso, chamar mais todo mundo da sala.</u> (<i>grifos nossos</i>)
Lic. 5	“O que você lembra de oxidação?”, “que estraga”. Então assim, só tive uma palavra assim, (que o aluno) jogou, “ah, que estraga”. Eu falei, “estraga”? Ai qual foi o problema que eu tive, <u>eu devia ter pego essa palavra “que estraga”, e ter aprofundado um pouco mais</u> . E eu falei ali, “que estraga, tá bom, que estraga”, e continuei, entendeu? Eu nem dei bola para o que ela falou. <u>Então assim, “ah, que estraga? Por que que estraga?” E dar continuidade ao que ela falou, que ela começou a participar</u> , é uma palavrinha só, “que estraga”, agora, desenvolve, o porquê que estraga? “Ah, não sei”, ou então ela falaria alguma coisa, mas a oportunidade dela falar, não permiti. (<i>grifos nossos</i>)

As reflexões dos licenciandos sobre determinadas iniciativas tomadas na regência indicaram dificuldades de interação, de maneira equânime, com todos os alunos. Com efeito, esta ocorreu de forma mais efetiva com aqueles que já se mostravam inclinados em participarem da aula, não proporcionando o engajamento da turma nas atividades propostas. Após relatar o episódio vivenciado, é considerada a possibilidade de busca, em uma nova prática docente, de alternativas para dar oportunidades de participação a todos os envolvidos. Consideração que se encontra em consonância com o preconizado na literatura de que um aspecto que favorece a argumentação nas aulas de ciências é a interação de todos os participantes, alunos-alunos e alunos-professor, de maneira que tenham a oportunidade de apresentar ideias e contra-argumentos (Archila, 2016).

Reflexões dos licenciandos sobre a dificuldade no manejo da sala de aula, de modo a que se retire proveito de situações desencadeadas pelos alunos e de elementos trazidos por eles para o contexto educativo, também vieram à tona. Os licenciandos evidenciaram também as oportunidades perdidas de questionar os alunos que haviam oferecido resposta a suas perguntas. Nessa perspectiva, o encorajamento à apresentação das ideias dos alunos é apontado por eles como importante em uma próxima prática.

A *reflexão crítico-prática* configurou-se em falas dos licenciandos quando realizaram análise crítica das estratégias de ensino adotadas para promover a argumentação. Sugestões também foram feitas no intuito de aperfeiçoá-las

em uma próxima experiência. Tal nível de reflexão foi identificado para quatro licenciandos, com as seguintes ocorrências de UA: 5 (Lic. 3), 2 (Lic. 4), 2 (Lic. 5) e 2 (Lic. 6). A partir das UA enquadradas nesse nível de reflexão observa-se a análise crítica no que diz respeito ao oferecimento de embasamento teórico para a construção dos argumentos dos alunos, como pode ser observado no Quadro 11 (UA-Lic. 4), e ao gerenciamento do tempo (UA-Lic. 3).

Quadro 11: UA classificadas no nível de reflexão *crítico-prática* (ORR)

Participante	Fala
Lic. 4	O que eu pensei que eu mudaria, se eu for, se eu for não, porque eu vou fazer, quando for fazer isso na prática, <u>eu vou deixar uma aula inteira para o embasamento teórico ... depois deixar uma aula inteira para a parte do estudo de caso.</u> (grifos nossos)
Lic. 3	Então acho que, de repente, fazendo uma atividade que não fosse, talvez, tão pronta, talvez fizessem eles pensarem um pouquinho mais, talvez geraria mais debate né. Porque assim, a gente tinha, sabia, por exemplo, o <i>Jigsaw</i> , ele favorece muito mais a argumentação, o estudo de caso, só que na hora que eu elaborei a minha regência, eu falei assim "eu acho que não vai dar tempo". <u>Me ative muito ao tempo.</u> (grifo nossos)

As reflexões dos licenciandos que conduziram a sugestões de alteração nas estratégias desenvolvidas convergem, em sua maioria, para a necessidade, em uma próxima prática docente, da apresentação aos alunos de mais elementos teóricos vinculados aos assuntos em pauta, de modo a que embasem seus argumentos com maior consistência científica. A ação sugerida possui papel de destaque na literatura e, em especial, no trabalho de Simon *et al.* (2006), no qual o fornecimento de conhecimento conceitual aos alunos é elencado como relevante para o favorecimento da argumentação.

Quanto às reflexões que desencadearam sugestões sobre alterações que poderiam ser realizadas nas práticas a partir de um gerenciamento mais efetivo do tempo, estas se alinham com estudos reportados na literatura que apontam a implementação de aulas argumentativas como exigentes, no que diz respeito à disponibilização de uma quantidade maior de oportunidades para os alunos apresentarem suas ideias, assim como para receberem retroalimentação sobre as mesmas (Archila, 2016; Arias, 2009; Sardà e Sanmartí, 2000).

Tendo em vista o exposto, as reflexões no nível crítico reforçam, mais uma vez, o fator que já havia sido mencionado nos dois níveis anteriores, como influente e de impacto nas aulas que foram oferecidas pelos licenciandos com o intuito de promover a argumentação: o discernimento na lida com elementos relacionados às estratégias de ensino. Além disso, o gerenciamento do tempo despontou como sendo relevante para que se leve a cabo atividades com o caráter desejado.

Considerações finais

O uso do método da LE atendeu ao propósito de recuperar a trajetória dos licenciandos na implementação de aulas de química em uma perspectiva argumentativa, uma vez que todos eles apresentaram reflexões sobre fatores impactantes oriundos das mesmas. Com relação à complexidade das reflexões, as mais recorrentes foram as de menor complexidade, de modo que: para o nível técnico, identificamos 90 ocorrências; para o nível deliberado, 38 ocorrências; para o nível crítico, apenas 16 ocorrências (11,1% do total de UA classificadas). O resultado alcançado não é surpreendente pois, conforme mencionado anteriormente, não se espera que todos os professores alcancem os níveis de maior complexidade, em especial, quando estão ainda na fase preparatória da carreira, como é o caso dos participantes desta pesquisa.

Em linhas gerais, quanto à natureza das reflexões e no tocante ao nível técnico, os licenciandos descreveram as ações pessoais realizadas para engajar os alunos nas atividades, as estratégias de ensino utilizadas e as reações dos alunos que favoreceram, ou não, a argumentação. No que concerne ao nível deliberado, os licenciandos trouxeram explicações para a influência de suas emoções no desenvolver da prática argumentativa, justificaram a escolha das estratégias de ensino direcionadas à argumentação e explicaram que as reações dos alunos influenciam no desenvolver da prática argumentativa. Já as reflexões enquadradas no nível crítico envolveram as dificuldades em manejar as atividades, considerando o gerenciamento do tempo e o envolvimento de todos os alunos e as suas ideias e colocações. Além disso, consideraram a necessidade de oferecer aos alunos um embasamento teórico sólido, imprescindível na construção de argumentos.

De forma sintética, é possível, portanto, apontar que as reflexões sugerem os seguintes fatores como sendo de influência e impacto nas aulas com a natureza almejada: o engajamento dos alunos nas atividades propostas e suas reações frente a elas; o funcionamento das estratégias didáticas colocadas em pauta; a dimensão afetiva da docência, que envolve o controle das emoções dos licenciandos; o gerenciamento do tempo para a realização de atividades argumentativas.

Por fim, alguns aspectos podem ser apontados como passíveis de consideração por parte dos formadores de professores que intencionam a abordagem da promoção da argumentação junto aos licenciandos:

- a LE, uma vez promovida em disciplinas de PEQ, pode contribuir para que os licenciandos compartilhem lembranças com colegas e professores sobre episódios com potencial para desencadear a argumentação em regências na Educação Básica. A análise e reflexão sobre tais episódios, assim como sobre aqueles relatados pelos colegas, favorece o alcance de maior discernimento sobre ações didáticas que funcionam ou não funcionam na promoção da argumentação. Aqui cabe ainda destacar que a LE pode também ocorrer em disciplinas de outra natureza, perpassando a formação inicial do professor e,

nessa perspectiva, prepararia melhor o licenciando para alcançar todos os níveis de reflexão, desde o técnico ao crítico, em seu futuro profissional.

- o destaque concedido às estratégias didáticas nas reflexões dos participantes desta pesquisa sugere a relevância de apresentação, discussão e vivência, em cursos de formação de professores, tanto das que colocam os alunos em situação de protagonismo em ambientes de ensino, quanto das aulas expositivas, que também trazem em seu bojo elementos que subsidiam a construção de argumentos. Nesse contexto, é recomendável um olhar atencioso às ações que podem ser embutidas nas estratégias em pauta, favorecendo o engajamento nas aulas, tais como: o incentivo à discussão entre os alunos e a que escutem as opiniões dos colegas; o encorajamento à apresentação das ideias dos alunos e a que se posicionem frente a elas; a valorização de pontos de vista diferentes dos alunos.
- a complexidade, inclusive do ponto de vista emocional, que caracteriza a docência, foi evidenciada nas reflexões dos licenciandos e não pode ser relegada a um segundo plano, principalmente quando se trata da implementação de aulas argumentativas, que tendem a estar carregadas de conflitos e polêmicas, exigindo, por vezes, tomada de decisão diante da constituição de embates entre os alunos. É, portanto, recomendável o tratamento, durante a formação de professores, de aspectos que favoreçam o reconhecimento, por parte dos licenciandos, de comportamentos e emoções que venham a estar presentes no ambiente educativo, propiciando ou cerceando a concretização de espaço afetivamente favorável à construção de argumentos.

Referências

ARCHILA, P. A. Cómo formar profesores de ciencias que promuevan la argumentación?: Lo que sugieren avances actuales de investigación. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, v. 20, n. 3, p. 399-432, 2016.

AIZAWA, A.; GIORDAN, M. e NETO, A. B. S. A Lembrança estimulada por vídeo como ferramenta de análise dos modos gestuais de licenciandos de química. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, XI, Florianópolis, 2017.

ANWAR, Y.; SUSANTI, R e ERMAYANTI, E. Analyzing scientific argumentation skills of biology education students in general biology courses. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1166, p. 1-5, 2019.

ARIAS, C. G. La interacción verbal argumentativa en la sala de clases: la participación de los alumnos y el rol del profesor. *Revista de lingüística teórica y aplicada*, v. 47, n. 1, p. 125-144, 2009.

BRASIL. MEC/CNE. Base Nacional Comum Curricular (BNCC), 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>, acesso em set. 2020.

CABRAL, P. F. O.; SOUZA, N. S. e QUEIROZ, S. L. Casos investigativos para a promoção da CSCL no ensino superior de química. *Química Nova*, v. 40, n. 9, p.1121-1129, 2017.

CORTÉS, A. B. B.; ACEDO, M. A. D. E.; BORREGO, E. C. e JIMÉNEZ, V. M. Las emociones del futuro profesorado

Notas

¹Estratégia lúdica: caracteriza-se por criar espaços divertidos em que os alunos podem desenvolver a imaginação, refletir, expressar-se livremente e interagir com os pares sobre conceitos científicos. Embora envolva brincadeira, esta não deve ocorrer somente de maneira espontânea, é preciso desenvolvê-la com base em um planejamento, de modo que aspectos lúdicos e pedagógicos sejam contemplados de maneira harmônica (Lourenço e Queiroz, 2020).

²Método cooperativo de aprendizagem *jigsaw*: caracteriza-se por ser um método em que os alunos trabalham em grupos de forma cooperativa, em que há a valorização da participação de cada integrante do grupo que desempenha um papel fundamental no desenvolver do trabalho final (Silva *et al.*, 2019).

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Processo 2013/21525-4 e 2014/18788-6) e ao CNPq (Processo: 446189/2014-6) pelo auxílio financeiro.

Ariane Baffa Lourenço (arianebaffa@gmail.com), pesquisadora colaboradora do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC). São Carlos, SP – BR. **Lamonielli Fagá Michaliski** (lamonielli.michaliski@usp.br), doutoranda em Química do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP – BR. **Armin Weinberger** (a.weinberger@mx.uni-saarland.de), docente da Universität des Saarlandes. Saarbrücken, Alemanha. **Saete Linhares Queiroz** (saete@iqsc.usp.br), docente do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP – BR.

de secundaria de ciencias y matemáticas, tras un programa de intervención. *Ápice: Revista de Educación Científica*. v. 1, n. 1, p. 17-39, 2017.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M. e CRUZ, F. F. S. Experiências emocionais de estudantes de graduação como motivação para se tornarem professores de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, p. 25-57, 2013.

FALCÃO, D. e GILBERT, J. Método da lembrança estimulada: uma ferramenta de investigação sobre aprendizagem em museus de ciências. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 12, p. 93-115, 2005.

GEIGER, V.; MUIR, T. e LAMB, J. Video-stimulated recall as a catalyst for teacher professional learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, v. 19, n. 5, p. 457-475, 2016.

GOIZUETA, M. e PLANAS, N. Temas emergentes del análisis de interpretaciones del profesorado sobre la argumentación en clase de matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 31, n. 1, p. 61-78, 2013.

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

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 2, p. 203-216, 1998.

- 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: estratégias de ensino em destaque. *Química Nova*, v.43, n.9, p.1333-1343, 2020.
- NOVAIS, R. M. e FERNANDEZ, C. Dimensão afetiva da docência: a influência das emoções na prática e na formação de professores de química. *Educação Química em Punto de Vista*, v. 1, n. 2, p. 82-96, 2017.
- OSBORNE, J. Arguing to learn in science: the role of collaborative, critical discourse. *Science*, v. 328, p. 463-466, 2010.
- ORTEGA, F. J. R.; MÁRQUEZ, C.; BADILLO, E. e RODAS RODRÍGUEZ, J. Desarrollo de la mirada profesional sobre la argumentación científica en el aula de secundaria. *Revista complutense de educación*, v. 29, n. 2, p. 559-576, 2018.
- PEREZ, G. A. B. e ACOSTA, J. L. R. Incidencia de una secuencia didáctica, basada en representaciones múltiples, para el fortalecimiento de la competencia argumentativa en estudiantes de básica secundaria. *Revista de la Facultad de Ciencias*, v. 7, n. 1, p. 56-70, 2018.
- PERON, K. A.; SOTÉRIO, C. e QUEIROZ, S. L. Literatura primária em química associada a peer-review em curso de comunicação científica. *Educación Química*, v. 32, n. 1, p. 74-84, 2021.
- RAMOS, A. A. A.; AVILEZ, G. A. L. e TAMAYO, O. D. A. Desarrollo de la competencia argumentativa y su incidencia en el aprendizaje del concepto prácticas ambientales. *Bio-grafía*, Edición Extraordinaria, p. 1381-1391, 2019.
- REIS, F. M. e TAKAHASHI, E. K. A aprendizagem e o método da lembrança estimulada no contexto da visita ao Museu do Amanhã. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, XI, Florianópolis, 2017.
- RIBEIRO FILHO, O.; ZANOTELLO, M. e ROBERTO, L. H. S. Argumentações no ensino fundamental a partir de uma atividade lúdica: contribuições para a alfabetização científica. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, IX., Águas de Lindóia, 2015.
- SARDÀ, A. J. e SANMARTÍ, N. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 3, p. 405-422, 2000.
- SILVA, G. B.; TEODORO, D. L. e QUEIROZ, S. L. Aprendizagem cooperativa no ensino de ciências: uma revisão da literatura. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 3, p. 01-30, 2019.
- 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.
- SOUZA, N. S. e QUEIROZ, S. L. Quadro analítico para discussões argumentativas em fóruns on-line: aplicação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.23, n.3, p. 145-170, 2018.
- TOULMIN, S. *Os usos do argumento*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- VAN ES, E. A.; TUNNEY, J.; GOLDSMITH, L.T. e SEAGO N. A. A framework for the facilitation of teachers' analysis of video. *Journal of Teacher Education*, v. 65, n. 4, p. 340-356, 2014.
- ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S. e de OLIVEIRA, R. C. Jogo didático ludo químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciências & Cognição*, v. 13, n. 1, p. 72-81, 2008.

Abstract: *Stimulated recall in the development of the undergraduate chemistry students' reflexive practice on argumentation.* Several researchers in science education have emphasized the importance of argumentation in science classrooms. However, few teachers have the ability to help students to develop argumentation skills and little is known about their perceptions concerning carrying out activities focused on argumentation. Thus, the aim of this study is to present and discuss reflections from six preservice chemistry teachers on an argumentation-based science teaching approach. To do this, the stimulated recall methodology was employed and involved the replay of videotapes of the preservice teachers' lessons. The videos stimulated preservice teachers to narrate their experiences and contributed helping them to remember the reasons of their choices during the lessons. The results of the investigation have shown that the stimulated recall allowed the researchers to identify the factors that preservice teachers believed to impact their argumentation instruction.

Keywords: argumentation, chemistry, teacher education

Gostaríamos de agradecer os assessores que colaboraram, ao longo de 2020, emitindo pareceres sobre os artigos submetidos para publicação em Química Nova na Escola:

Adjane da Costa Tourinho Silva	Ermelinda Moutinho Pataca	Mara Elisângela Jappe Goi
Adriana Vitorino Rossi	Evandro Rozentalski	Marcel Thiago Damasceno Ribeiro
Aguinaldo Robinson de Souza	Fabiana Aparecida Marques	Marcelo Godoi
Alejandro Lopez-Castillo	Fabiana Pauletti	Marcelo Maia Cirino
Alice Ribeiro Casimiro Lopes	Fabiele Cristiane Dias Broietti	Marcelo P. da Silveira
Alvaro Chrispino	Fabio Machado da Silva	Marcia Borin da Cunha
Alzir Batista Azevedo	Fábio Merçon	Marcia Camilo Figueiredo
Ana Cláudia Kasseboehmer	Fábio Peres Gonçalves	Márcia Regina Cordeiro
Ana Luiza Quadros	Fernanda Antunes Gomes da Costa	Marco Antonio Bueno Filho
Ana Nery Furlan Mendes Furlan Mendes	Fernanda Luiza de Faria	Maria Clara Pinto Cruz
Ana Paula Bispo da Silva	Fernando Aparecido de Moraes	Maria Cristina Canela
André Amaral Gonçalves Bianco	Fernando Benedicto Mainier	Maria das Graças Cleophas Porto
Andréa Horta Machado	Fernando César Silva	Maria Eunice R. Marcondes
Andreia Pereira Matos	Flávia Cristiane Vieira da Silva	Marilde Beatriz Zorzi Sá
Angela Sanches Rocha	Francis Musa Boakari	Marina Rodrigues Martins
Angelica Cristina Rivelini	Francisco Ferreira Dantas Filho	Marlon Soares
Ângelo Francklin Pitanga	Gildo Giroto Júnior	Maurícus Selvero Pazinato
Anielli Fabiula Lemes Lemes	Guimes Rodrigues Filho	Mauro Bertotti
Antonio Carlos de Oliveira Guerra	Gustavo Bizarria Gibin	Melquese deque da Silva Freire
Antonio Francisco Carrelhas Cachapuz	Irene Teresinha Santos Garcia	Nadja P. dos Santos
Ariane Baffa Lourenço	Ivoni Freitas-Reis	Neurivaldo José Guzzi Filho
Aroldo Nascimento Silva	Jackson Gois da Silva	Neusa Maria John Scheid
Assis Vicente Benedetti	Janduir Egito da Silva	Nilcimar dos Santos Souza
Bayardo B. Torres	Jane Raquel Silva de Oliveira	Nyuara A. S. Mesquita
Breno Arsioli Moura	Jeane Cristina Gomes Rotta	Ourides Santin Filho
Bruno Ferreira dos Santos	Joanez Aires	Patrícia Fernanda de Oliveira Cabral
Bruno Silva Leite	João Roberto Ratis Tenório da Silva	Paula Cristina Cardoso Mendonça
Camila Greff Passos	Joao Rufino Freitas Filho	Paulo A. Porto
Camila Silveira da Silva	Joaquim F. M. da Silva	Paulo César Pinheiro
Carlos Alberto Lombardi Filgueiras	José Ayrton Lira dos Anjos	Paulo de Avila Junior
Carlos César da Silva	José Cláudio Del Pino	Peter W. Tiedemann
Carolina dos Santos Fernandes	José Euzebio Simões Neto	Rafael Cava Mori
Clelia Mara de Paula Marque	José Luis de P. B. Silva	Renata Cardoso de Sa Ribeiro Razuck
Daniel Lima Marques de Aguiar	José Machado Moita Neto	Ricardo Castro de Oliveira
Daniela Gonçalves de Abreu	José Otavio Baldinato	Rita C. Suart
Daniela Marques Alexandrino	Judite Scherer Wenzel	Roberto Ribeiro da Silva
Daniele Trajano Raupp	Julio Carlos Afonso	Romeu C. Rocha-Filho
Danislei Bertoni	Kátia Aparecida da Silva Aquino	Rosângela Aguilar da Silva
Edemar Benedetti Filho	Laís dos Santos Pinto	Rose Mary Latini
Edênia Maria Ribeiro do Amaral	Lea da Silva Veras	Rui Jorge Centeno Santos
Edilson Moradillo	Leandro Zatta	Salette L. Queiroz
Edson José Wartha	Letícia Maria de Oliveira	Selma Elaine Mazzetto
Eduardo Kojy Takahashi	Liliana Marzorati	Sérgio Henrique Bezerra de Sousa Leal
Eduardo Valadares Valadares	Lívia Streit	Sylvia Regina de C. Ribeiro Rodrigues
Edvaldo Sabadini	Luciana Massi	Tania Denise Miskinis Salgado
Elaine Pavini Cintra	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Verônica T. S. Batinga
Elane Chaveiro Soares	Luciana Passos Sá	Wanderson Diogo Andrade da Silva
Elder Alpes de Vasconcelos	Lucilene Dornelles Mello	Wellington Ferreira de Magalhães
Elio Carlos Ricardo	Luiz Antonio de Oliveira	Wesley Fernandes Vaz
Elisa Aguayo da Rosa	Luiz H. Ferreira	Wilmo Ernesto Francisco Junior
Elisa Prestes Massena	Magadá Marinho Rocha de Lira	Winston Gomes Schmiedecke
Eloi Teixeira César	Mara Elisa Fortes Braibante	

Preparação dos Manuscritos

Os trabalhos deverão ser digitados em página A4, espaço duplo, tipo Times Roman, margens 2,5, devendo ter no máximo o número de páginas especificado para a seção da revista à qual são submetidos. Na primeira página deverá conter o título do trabalho e um resumo do artigo com, no máximo, 1000 caracteres (espaços incluídos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar "Autor1, ano", "Autor2, ano"... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações. As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa (citação no texto entre parênteses):
AMBROGI, A.; LISBÔA, J. C. e VERSOLATO, E. F. *Unidades modulares de química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi et al., 1987).

KOTZ, J. C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*, vol. 1 Trad. J. R. P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C. C. E NÓBREGA, J. A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini et al., 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.s bq.org.br>, acessada em Março 2008. - (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista.

Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em "Para Saber Mais".

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

Condições para Submissão dos Artigos

- 1) Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.
- 2) Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.
- 3) Os autores devem seguir as recomendações das Normas de Ética e Más Condutas constantes na página da revista <http://qnesc.s bq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas re-

lacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.

- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

Submissão dos Artigos

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.s bq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBOS e QN já estão cadastrados na base, devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o endereço eletrônico do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por correio eletrônico, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviada mensagem com o número de referência do trabalho.

Se a mensagem com código temporário de submissão não for recebida, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão. O autor poderá acompanhar, diretamente pelo sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, indicando a seção na qual o artigo se enquadra, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos endereços eletrônicos de todos os autores.

Manuscritos revisados

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 30 dias ou serão considerados como retirados. A editoria de Química Nova na Escola reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos aceitos, de modo a adequá-los às normas da revista e da IUPAC, bem como tornar o estilo mais claro - respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Sempre que possível, provas são enviadas aos autores, antes da publicação final do artigo.

Todos os textos submetidos são avaliados no processo de duplo-cego por ao menos dois assessores. Os Editores se reservam o direito de julgar e decidir sobre argumentos divergentes durante o processo editorial.

Seções / Linha Editorial

Química Nova na Escola (Impresso)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (impresso), artigos originais (em Português) que focalizem a área de ensino de Química nos níveis fundamental, médio ou superior, bem como artigos de História da Química, de pesquisa em ensino e de atualização científica que possam contribuir para o aprimoramento do trabalho docente e para o aprofundamento das discussões da área.

Química Nova na Escola (On-line)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (on-line), além dos artigos com o perfil da revista impressa, artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) em Português, Espanhol ou Inglês que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Estes artigos deverão atender aos critérios da seção “Cadernos de Pesquisa”.

Os artigos são aceitos para publicação nas seguintes seções:

● QUÍMICA E SOCIEDADE

Responsável: Roberto Ribeiro da Silva (UnB)

Aspectos importantes da interface química/sociedade, procurando analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado - bem como as limitações de seu uso - na solução de problemas sociais, visando a uma educação para a cidadania. Deve-se abordar os principais aspectos químicos relacionados à temática e evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o seu ensino.

Limite de páginas: 20

● EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E MULTIMÍDIA

Responsável: Marcelo Giordan (USP)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas teóricos e técnicos. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 15

● ESPAÇO ABERTO

Responsável: Luciana Massi (Unesp)

Divulgação de temas que igualmente se situam dentro da área de interesse dos educadores em Química, de forma a incorporar a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de Química, bem como desenvolver a interface com a pesquisa educacional mais geral. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 20

● CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE

Responsável: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

● HISTÓRIA DA QUÍMICA

Responsável: Paulo Porto (USP)

Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.

Limite de páginas: 15

● ATUALIDADES EM QUÍMICA

Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)

Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.

Limite de páginas: 15

● RELATOS DE SALA DE AULA

Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.

Limite de páginas: 20

● ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO

Responsável: Rafael Cava Mori (UFABC)

Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● O ALUNO EM FOCO

Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)

Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Responsável: Mara Elisa Fortes Braibante (UFMS)

Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos, sempre que for recomendável.

Limite de páginas: 10

● CADERNOS DE PESQUISA

Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

Esta seção é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Os artigos empíricos deverão conter revisão consistente de literatura nacional e internacional, explicitação clara e contextualização das questões de pesquisa, detalhamento e discussão dos procedimentos metodológicos, apresentação de resultados e com conclusões que explicitem contribuições, implicações e limitações para área de pesquisa em Ensino de Química. Os artigos de revisão deverão introduzir novidades em um campo de conhecimento específico de pesquisa em Ensino de Química, em um período de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos nacionais e internacionais e apresentando profundidade na análise crítica da literatura, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Os artigos teóricos deverão envolver referenciais ainda não amplamente difundidos na área e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo do Ensino de Química, apresentando profundidade teórica, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Para esta seção, o resumo do artigo deverá conter de 1000 a 2000 caracteres (espaços inclusos), explicitando com clareza o objetivo do trabalho e informações sobre os tópicos requeridos para o tipo de artigo. Poderão ser indicadas até seis palavras-chaves.

Limite de páginas: 30 a 40.

A Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química tem o prazer de anunciar mais um produto,
Programas de TV Química Nova na Escola no formato DVD.

Nesta edição dos **Programas de TV QNEsc**, você encontrará:

- Visualização Molecular
- Nanotecnologia
- Hidrosfera
- Espectroscopia
- A Química da Atmosfera
- A Química dos Fármacos.
- Polímeros Sintéticos
- As Águas do Planeta Terra
- Papel: origem, aplicações e processos.
- Vidros: evolução, aplicações e reciclagem.
- Vidros: origem, arte e aplicações.
- Látex: a camisinha na sala de aula.

São **12 títulos temáticos** em formato digital que totalizam cerca de 4 horas de programação.
Para outras informações e aquisição,
acesse www.sbq.org.br em Produtos da SBQ.

