

A ARGUMENTAÇÃO A PARTIR DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE BIOLOGIA

Argumentation from Socioscientific Issues in pre-service biology teachers education

Samuel Santos Braga [samuelsantosbraga@hotmail.com]

*Departamento de Educação Campus X – Teixeira de Freitas - Bahia
Universidade do Estado da Bahia
Avenida Kaikan, s/n, Universitário, Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil*

Liziane Martins [lizianeufsb@gmail.com]

*Departamento de Educação Campus X – Teixeira de Freitas - Bahia
Universidade do Estado da Bahia
Avenida Kaikan, s/n, Universitário, Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil
Campus Paulo Freire – Teixeira de Freitas – Bahia
Universidade Federal do Sul da Bahia
Praça Joana Angélica, 58, São José, Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil*

Dália Melissa Conrado [profdalia@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação
Universidade Federal da Grande Dourados
Rodovia Dourados/Itahum, km 12, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil*

Resumo

Reconhecendo a importância da argumentação para o Ensino de Biologia, sobretudo ao facilitar a aprendizagem de/sobre ciências, o presente estudo objetivou avaliar conteúdos mobilizados nos argumentos de estudantes de biologia na resolução de questões sociocientíficas (QSC), a partir de uma educação contextualizada por História e Filosofia das Ciências (HFC) e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Para isso, realizamos uma oficina pedagógica utilizando QSC como casos e atividades de argumentação, envolvendo 22 estudantes do curso de licenciatura em biologia. Para a coleta de dados, utilizamos os argumentos produzidos pelos estudantes. A análise dos dados ocorreu inicialmente com a avaliação estrutural e de conteúdo desses argumentos, tendo como base, respectivamente, os modelos de Toulmin (2006) e Sá (2010). De um modo geral, percebemos que a oficina contribuiu para fomentar o discurso argumentativo, bem como requerer, por parte dos estudantes, a mobilização de vários aspectos do conteúdo. Contudo, notamos ainda argumentos de baixa complexidade e imprecisão nos conteúdos mobilizados. Nesse sentido, uma vez que o uso de QSC tem se mostrado promissor para o desenvolvimento de habilidades argumentativas e de mobilização de conteúdos científicos, em um ensino contextualizado e interdisciplinar, mas que ainda existem dificuldades para esse método efetivar-se na educação científica, ressaltamos a importância e a necessidade da realização de mais estudos sobre argumentação com QSC no ensino de ciências, bem como de maiores investimentos em discussões que abordem aspectos históricos e filosóficos da ciência e relações entre CTSA.

Palavras-chave: Formação Docente; Prática Argumentativa; Ensino de Biologia; Educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; Questões Sociocientíficas.

Abstract

Recognizing the importance of argumentation for Biology teaching, especially by facilitating the learning of/about sciences, the present study aims to evaluate contents mobilized in the arguments of biology students in the resolution of socio-scientific issues (SSI), based on an education contextualized by History and Philosophy of Sciences (HPS) and Science, Technology, Society and Environment (STSE). For this, we conducted a pedagogical course using SSI as cases and argumentation activities, involving 22

undergraduate biology students. For the collection of data, we use the arguments produced by the students. The analysis of the data initially took place with the structural and content evaluation of these arguments, based respectively on the models of Toulmin (2006) and Sá (2010). In general, we realized that the workshop was able to promote the argumentative discourse, as well as requiring students to mobilize various aspects of content. However, we also noted arguments of low complexity and inaccuracy in the contents mobilized. In this scenario, even though the use of QSC has shown promise for the development of argumentative abilities and mobilization of scientific contents, in contextualized and interdisciplinary teaching, there are still difficulties for this method to be effective in science education. Therefore, it is necessary to emphasize the importance of carrying out more studies about argumentation with SSI, and greater investments in discussions that approaches historical and philosophical aspects of science as well as the teaching of STSE relations

Keywords: Teacher Training; Argumentative Practice; Biology Teaching; Science, Technology, Society and Environment Education; Socioscientific Issues.

INTRODUÇÃO

Muitos são os trabalhos que discutem o papel da argumentação no Ensino de Ciências (e.g. Campaner & Longhi, 2007; Costa, 2008; Driver, Newton, & Osborne, 2000). Os temas variam desde as contribuições da argumentação na discussão de temas controversos e polêmicos (e.g. Foong & Daniel, 2010; Santos, Mortimer, & Scott, 2001), ao espaço ocupado por ela nas salas de aula e nos laboratórios didáticos, em cursos de nível superior (Queiroz & Sá, 2009), bem como o seu aperfeiçoamento, enquanto habilidade de comunicação científica, por meio de ferramentas didáticas, a exemplo, das Questões Sociocientíficas (Conrado, Nunes-Neto, & El-Hani, 2015; Silva, Llavenera, & Santos, 2011; Sá & Queiroz, 2018).

Dentre as possíveis razões para este enfoque na sala de aula, provavelmente, está o reconhecimento do relevante papel da argumentação para o Ensino de Ciências, uma vez que favorece a educação científica, em todos os níveis. Ela auxilia na aprendizagem sobre ciência e no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, além de aprimorar a capacidade para tomada de decisão socialmente responsável pelo cidadão, isto é, a disposição para ações sociopolíticas, em direção a maior justiça social e sustentabilidade ambiental (Conrado *et al.*, 2015; Conrado, 2017; Bencze *et al.*, 2018).

Neste trabalho, entendemos a argumentação como uma “*atividade social, intelectual e verbal*” (Sá & Queiroz, 2007, p. 2035), utilizada para corroborar ou refutar uma ideia; bem como o reconhecimento de elementos do discurso argumentativo são capazes de expor determinado ponto de vista, além de promover o “*convencimento do seu interlocutor acerca da conclusão*” (Conrado *et al.*, 2015, p.330).

Costa (2008) afirma que o ensino da argumentação tem papel essencial na educação científica, uma vez que tanto o processo de aprendizagem quanto a produção de conhecimento constituem-se em processos construtivos, sem linearidade e completude. Nesse caso, a ciência não é concebida como resultado de uma sucessão e uma acumulação de fatos estanques, e nem a aprendizagem como um processo automático e acabado, já que, durante a construção dos conhecimentos científicos, há conflitos e controvérsias, e o aprendizado, por sua vez, geralmente ocorre a partir de diálogos que mobilizam conteúdos para a defesa de ideias ou argumentos. Além disso, não compreender a ciência, nessa perspectiva, favorece a disseminação de visões deturpadas da ciência (Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Praia, & Vilches, 2005), dentre elas a concepção rígida e mecânica do método científico e/ou a visão apromática e ahistórica da ciência (Gil-Perez, Montoro, Alís, Cachapuz, & Praia, 2001). Por fim, a falta de atividades didáticas para fomentar a argumentação pode criar espaços que agravam ainda mais o cientificismo, isto é, a supervalorização da ciência como conhecimento superior frente às demais formas de conhecimento (Cobern & Loving, 2001) em sala de aula, uma vez que essas atividades permitem uma visão mais abrangente sobre a ciência, pois elas “*prioriza[m] procedimentos e atitudes essenciais para processos de comunicação científica, representando oportunidades de aprender a ciência, aprender sobre ciência, e articular-se para tomada de decisão responsável [...]*” (Conrado, 2017, p. 81). Nesse sentido, questionar informações dadas e buscar organizá-las à luz do raciocínio lógico e da argumentação são exercícios importantes para o desenvolvimento de habilidades argumentativas, bem como para a discussão sobre a ciência e suas relações com a sociedade, o que contribui para superar o cientificismo em uma perspectiva de educação visando maior criticidade dos estudantes (Puig & Jiménez Aleixandre, 2014; Conrado & Conrado, 2016). Dessa forma, reconhecer as contribuições da argumentação no ensino possibilita mostrar também a relevância de uma educação científica contextualizada, por exemplo, pela

filosofia, além de problematizar as consequências da ausência de História e Filosofia das Ciências no ensino.

Ademais, dentre os objetos de estudos referentes à prática argumentativa, de acordo com Queiroz e Sá (2009), quatro tiveram maior destaque, em suas pesquisas, em termos de divulgação científica, a saber: a) a natureza de atividades didáticas capazes de fomentar a instauração do discurso argumentativo em ambientes de ensino; b) a qualidade dos argumentos produzidos por estudantes matriculados em disciplinas de ciências; c) os mecanismos que possam favorecer o aperfeiçoamento das habilidades argumentativas dos estudantes; e d) o espaço ocupado pela argumentação em salas de aula e laboratórios de ensino. Nosso estudo, por sua vez, permeia os quatro grupos, uma vez que está preocupado com o desenvolvimento de intervenções pedagógicas capazes de aprimorar a prática argumentativa em sala de aula, de modo a aperfeiçoar a compreensão de determinados conteúdos de Biologia, a partir de Questões Sociocientíficas, em uma oficina educativa.

Nesse direcionamento, uma estratégia pedagogicamente viável para aperfeiçoar o raciocínio argumentativo é a utilização de propostas de ensino baseadas em Questões Sociocientíficas (QSC) (Acar, Turkmen, & Roychoudhury, 2010; Conrado *et al.*, 2015; Sadler & Donnelly, 2006; Silva *et al.*, 2011; Conrado & Nunes-Neto, 2018; Levinson, 2006; Kolstø, 2001), pois se constituem em situações-problema de natureza controversa, polêmica e de relevância social, por se preocupar com questões reais.

Devido ao fato das QSC terem como pressuposto o diálogo, a discussão e o debate (Zeidler & Nichols, 2009), possibilitam ao estudante melhorar a capacidade de raciocínio e da criticidade, uma vez que evocam um olhar multidisciplinar e, muitas vezes, perpassam no campo da ética e de valores morais (Reis, 2013; Chang Rundgren & Rundgren, 2010). A ciência, portanto, não é apresentada como elemento central do conhecimento ou paralela e alheia à sociedade, de forma independente. Nessa perspectiva, a ciência e a tecnologia configuram-se como partes influenciadas e que influenciam questões sociais, culturais, políticas, econômicas, dentre outras, inseridas nas condições ambientais e gerando impactos nestes ambientes (Bencze *et al.*, 2018). Nesse contexto, a argumentação possibilita aos educandos uma reflexão mais interdisciplinar sobre os conteúdos de Biologia, a partir do reconhecimento das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (Chang Rundgren & Rundgren, 2010; Bencze *et al.*, 2018).

Contudo, a literatura também aponta limitações na aplicação de propostas de ensino baseadas em QSC para o Ensino de Ciências, com enfoque na argumentação, por exemplo, a preocupação por parte de alguns docentes em priorizar mais a transmissão de conteúdos científicos do que com o oferecimento de atividades que favoreçam a aprendizagem de argumentação (Queiroz & Sá 2009); a qualidade dos argumentos construídos (Conrado *et al.*, 2015); e a dificuldade do professor em conduzir o discurso argumentativo em sala de aula (Santos *et al.*, 2001). Isso aponta para uma necessidade de investigações que forneçam subsídios para a superação desses desafios na atuação docente relacionada, sobretudo, ao desenvolvimento da prática argumentativa em sala de aula. Nesse contexto, pesquisas (e.g. Sá & Queiroz, 2018; Conrado, 2017; Jiménez-Aleixandre & Frederico-Agraso, 2006; Sadler & Donnelly, 2006) apontam a importância de haver mais oportunidades para o aperfeiçoamento de atividades didáticas capazes de promover o desenvolvimento dessas habilidades nos estudantes, considerando a mobilização de conteúdos científicos em situações-problema, como as QSC. Muitos destes trabalhos (e.g. Sá & Queiroz, 2018; Conrado, 2013; 2017; Erduran, Simon, & Osborne, 2004) têm adotado o Modelo de Argumentação de Toulmin (MAT) (2006) como base para a organização estrutural das informações para a elaboração de um argumento. Contudo, apenas uma organização da estrutura do argumento, em suas partes componentes, não é suficiente para avaliar a qualidade de um argumento (Conrado *et al.*, 2015). Por isso, adotamos parcialmente o Modelo de Sá (2010), que mapeia categorias para a natureza dos principais conteúdos mobilizados pelos estudantes na construção de seus argumentos.

Considerando o exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar a estrutura e os conteúdos mobilizados nos argumentos dos estudantes de biologia, na resolução de questões sociocientíficas, a partir de uma educação contextualizada por História e Filosofia das Ciências e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Para tanto, se fez necessário efetuar as seguintes etapas operacionais: a) Discutir a importância das propostas de ensino baseadas em QSC no Ensino de Biologia para, a partir da dialogicidade, promover a criticidade e a defesa qualificada de argumentos; e b) Desenvolver atividades educativas de argumentação, envolvendo resolução de situações-problema e mobilização de conteúdos de Biologia.

METODOLOGIA

O estudo¹ foi realizado com professores em formação do curso de licenciatura em Ciências Biológicas do Departamento de Educação, *Campus X* (DEDC-X), da Universidade do Estado da Bahia, através de uma oficina educativa. Trata-se de um estudo de natureza qualitativa e que visou trazer contribuições para Educação por meio de análise da dimensão discursiva dos processos de ensino e aprendizagem em situações concretas (Sá & Queiroz, 2007).

A oficina ocorreu entre outubro e novembro de 2017 e teve por objetivo fornecer subsídios para a produção, a realização e a avaliação de atividades pedagógicas que privilegiem a argumentação em questões sociocientíficas no Ensino de Biologia. A oficina teve duração média de 24 horas, realizadas em sala de aula, e distribuídas em seis encontros de quatro horas. Os temas discutidos durante os encontros foram: História e Filosofia das Ciências, relações CTSA, conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA), Questões Sociocientíficas, noções básicas de argumentação tendo como base estruturante os modelos de Toulmin (2006) e o de Graham (2008), Resistência Bacteriana e Arboviroses.

Nesse contexto, o trabalho foi organizado conforme sugere Sá e Queiroz (2007) e cuja descrição é apresentada a seguir. Inicialmente, os 22 educandos participantes foram divididos em quatro grupos e informados das atividades que seriam realizadas durante aquele período e que envolveriam: trabalhar com casos investigativos; elaboração escrita e apresentação oral de argumentos sobre a resolução das situações-problema propostas; elaboração de um “diário de caso”, cuja finalidade era deixar claro ao leitor os caminhos percorridos pelo grupo na tomada de decisão; e, por fim, elaboração de um material didático destinado ao Ensino Médio.

Mediante as orientações feitas, a oficina foi executada de modo a oferecer momentos de explanação dialogada acerca dos temas citados; rodas de conversa; análise de argumentos já elaborados sobre temas de biologia; momentos para discussão e resolução das QSC com o auxílio de monitores, bem como pesquisa de material em biblioteca, internet, dentre outros.

As QSC utilizadas possuem o formato de caso aberto, pouco estruturado e trazem consigo uma questão controversa atual e relevante ao cenário brasileiro. A primeira, elaborada por Conrado (2013), trata da temática Resistência Bacteriana (RBA) e subdivide-se em cinco casos/situações-problemas, sendo uma de natureza conceitual e quatro de tomadas de decisões. Essa estrutura tem como objetivo verificar como o educando mobiliza os conteúdos de biologia aprendidos na formação acadêmica, bem como a tomada de decisões sob o olhar de três atores sociais: um cidadão comum, cuja decisão influencia primariamente a si próprio; um profissional, cuja decisão afeta também a terceiros; um gestor público, cuja decisão tem potencial de afetar a sociedade como um todo (Conrado, 2013). O quadro 1 apresenta o caso da RBA proposto para a atividade de argumentação.

QUADRO 1: Casos sobre a QSC Resistência Bacteriana apresentados para os grupos na oficina pedagógica (extraído de Conrado, 2013, p. 98-100)

Resistência Bacteriana

RBA 1 - O bacteriologista Alexander Fleming descobriu a penicilina em 1928, um remédio que parecia capaz de acabar com todas as bactérias que causam doenças nos seres humanos, livrando-nos de problemas de saúde pública como a tuberculose e a peste negra. Porém, isso não aconteceu. Surgiram bactérias capazes de driblar boa parte dos antibióticos, fazendo com que diversas doenças ficassem mais difíceis de tratar. Várias dessas bactérias estão presentes em ambientes hospitalares e podem causar graves infecções nos pacientes. Muitas doenças bacterianas podem atingir o mesmo paciente mais de uma vez e as bactérias que causam infecções posteriores podem ser resistentes.

Não é difícil encontrar notícias de problemas causados por essas bactérias em diversos lugares do mundo. Um caso ocorrido em janeiro de 2009 foi amplamente divulgado na mídia. Trata-se da morte da modelo Mariana Bridi, no Espírito Santo, como consequência de uma infecção urinária causada por duas bactérias hospitalares.

Existem várias maneiras básicas pelas quais as bactérias conseguem resistir à ação de antibióticos, como, por exemplo, a alteração do alvo do antibiótico, ou seja, da molécula ou processo celular que é atingido por

¹ Esse estudo foi submetido e aprovado pelo comitê de ética, sob o número 77099617.2.0000.0057, já que a sua perspectiva metodológica envolveu a coleta e o tratamento de dados obtidos diretamente com os sujeitos participantes. Por esse motivo, o trabalho se enquadrava na resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

ele, de modo que o medicamento perde eficiência. Uma característica importante para explicar a resistência bacteriana é a grande capacidade das bactérias de trocar informação genética umas com as outras. Genes de resistência bacteriana são frequentemente encontrados em moléculas de DNA situadas no citoplasma que podem passar de uma bactéria a outra.

Considere uma população de bactérias na qual algumas bactérias possuem resistência a um antibiótico porque a estrutura de uma proteína que é alvo do antibiótico se encontra alterada. Essa população de bactérias é submetida à ação de um antibiótico, que mata uma parte delas. Quando termina o tratamento com o antibiótico, a população de bactérias volta ao tamanho original. a) Em sua visão, o que acontecerá se o mesmo antibiótico for aplicado novamente? Por que isso acontecerá?

RBA 2 - Erros humanos podem contribuir para o aumento da resistência de bactérias. Antibióticos de amplo espectro são eficazes contra diversos tipos de bactérias e se aproveitam das semelhanças entre elas, sendo utilizados quando não se sabe exatamente qual a bactéria que está causando a doença. Antibióticos específicos são eficazes quando se identifica a bactéria causadora da doença. Uma pesquisa feita no Hospital Universitário da USP estimou que, em 70% dos casos em que os médicos chegaram à conclusão de que se tratava de uma infecção bacteriana, a doença não era de origem bacteriana. Muitas vezes o que causa uma doença é um vírus. Doenças virais não necessitam de antibióticos em seu tratamento. Imagine que você vai a um médico com fortes dores de barriga e ele suspeita que sejam causadas por uma infecção bacteriana. O médico diz que é necessário fazer um teste para determinar se a doença é realmente causada por uma bactéria e qual o melhor tratamento. Mas esse teste leva dois dias para ficar pronto e você reclama muito das dores. Você resolve, então, consultar outro médico. Este médico recomenda que você tome um antibiótico que é eficaz contra as bactérias mais comuns e que fará as dores sumirem em poucas horas. a) Qual recomendação você seguiria? b) Explique as razões que lhe fizeram tomar essa decisão.

RBA 3 - Suponha que o médico diga que você está com uma amigdalite (dor de garganta) que deve ser tratada com um antibiótico específico. Ele lhe receitou um total de 20 comprimidos, mas ao chegar à farmácia você descobre que o antibiótico só é vendido em caixas com 15 comprimidos e cada caixa custa R\$ 70,00. a) O que você faz: compra duas caixas para que possa tomar os 20 comprimidos, ou compra apenas uma caixa e toma 15 comprimidos? b) Explique por que você agiria assim. c) Quais as consequências da decisão que você tomou?

RBA 4 - Suponha que você é um pediatra e está atendendo a mãe de uma criança que está bastante angustiada com uma doença que atingiu seu filho. Você percebe que são necessários exames para determinar se a doença que a criança tem realmente é bacteriana. A mãe pede, contudo, que você receite antibióticos para o filho, porque ele está sentindo muita dor com a doença. Você sabe que há chance de a doença ser realmente bacteriana e, neste caso, se você receitar um antibiótico, a criança deverá ser curada.

a) O que você faria: receitaria o antibiótico ou diria à mãe que fará mais exames para saber se estes medicamentos são realmente necessários? b) Explique as razões que o levaram a tomar tal decisão. c) Avalie os riscos e benefícios da decisão que você tomou.

RBA 5 - Cerca de um terço da população mundial está infectada pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis* e entre 5 e 10% das pessoas infectadas desenvolverão a tuberculose em algum momento de suas vidas. O Brasil ocupa o décimo lugar em número de casos, sendo notificados cerca de 80 mil novos casos por ano. No Estado da Bahia, ocorrem cerca de 7.800 casos anuais, incluindo cerca de 3.000 casos anuais na Cidade de Salvador. O tratamento para a tuberculose dura seis meses, é feito com a combinação de três antibióticos e possui eficiência próxima a 100%, se seguido à risca. Geralmente, não é necessária a internação do doente e o tratamento pode ser feito em casa, tomando remédios recebidos em postos de saúde. A internação só é necessária quando o paciente está muito debilitado e surgem complicações, ou quando pode contagiar outras pessoas. O uso de três antibióticos é eficaz porque em geral a bactéria que causa a tuberculose não é resistente a todos eles. O abandono do tratamento, contudo, pode favorecer o surgimento de bactérias resistentes às três drogas utilizadas no combate à doença. Surge, então, a forma mais perigosa de tuberculose, a multirresistente. A duração do tratamento vai de 6 para 18 meses. Os motivos para o abandono do tratamento são vários. Entre eles, temos a falta de recursos financeiros para ir até o posto de saúde; os efeitos colaterais dos remédios; e o fato de que, entre o segundo e o terceiro mês de tratamento, geralmente os sintomas deixam de ser notados. Imagine que você é o novo secretário(a) de saúde do estado da Bahia. Um dos maiores custos da secretaria no governo anterior foi o investimento em programas para reduzir as taxas de abandono do tratamento da tuberculose, envolvendo, por exemplo, ajuda de custo para pessoas de baixa renda, que têm dificuldade de buscar remédios nos postos de saúde. A equipe da secretaria lhe aconselha a diminuir as verbas para estes programas, com o objetivo de financiar campanhas de combate à dengue, que não foi muito combatida no governo anterior. Esta seria uma maneira de trazer maior visibilidade ao novo governo do estado e à sua própria gestão na secretaria. Seus assessores argumentam que a decisão de apoiar mais o combate à dengue não poderia ser criticada pela oposição ou pela sociedade, porque esta também é, afinal, uma doença grave, ainda que a

tuberculose tenha matado mais gente ao longo da história.

a) Considerando que a verba é limitada e você não possa investir no combate a ambas as doenças nesse momento, você seguiria a sugestão de sua equipe, reduzindo a verba dos programas de ajuda de custo para pacientes de tuberculose para financiar campanhas de combate à dengue, ou não tomaria esta decisão? b) Explique as razões que lhe levaram a tomar essa decisão.

A segunda QSC, elaborada por Martins (2017), discute as arboviroses: dengue, zika e chikungunya, de modo a viabilizar a reflexão sobre a Saúde numa perspectiva mais abrangente. Sua estrutura conta com a contextualização do caso, uma situação-problema e 14 questões norteadoras para a elaboração da defesa dos argumentos presentes na decisão tomada pelos educandos. O quadro 2 apresenta o respectivo caso. É válido salientar que tanto esse, quanto os casos envolvidos na primeira QSC foram entregues no 4º encontro a todos os grupos. Nesse dia, foi realizada a leitura individual e coletiva dos casos e a explicação das situações-problemas envolvidas nesses casos, bem como o acompanhamento por parte dos monitores às demandas das equipes. O prazo de entrega do material respondido foi de uma semana, no 5º encontro.

QUADRO 2: Caso sobre as Arboviroses, apresentado para os grupos na oficina pedagógica (extraído de Martins, 2017, p. 121-122)

O Parque de entretenimento ou desentendimentos?

A crise chegou no interior! Na cidade de Nova Colônia não há emprego e o pequeno comércio que sustentava a cidade parou. Os representantes comerciais, preocupados com a situação, se reuniram para discutir e buscar uma possível solução.

Nos arredores da cidade corre o Rio Ouro Azul que, apesar de não ser muito utilizado para a pesca, devido à pouca quantidade de peixes, sempre foi visto como local de lazer e diversão pelos moradores da cidade de Nova Colônia e pelas cidades circunvizinhas.

Os micro e pequenos empresários, como os pais de Pedro, que são os principais movimentadores da economia local, consultaram a associação de moradores e tiveram a ideia de construir um complexo de lazer aproveitando a área dos arredores do rio. O planejamento previa uma área para prática de esportes, um parque infantil, uma praça de alimentação, quiosques com pequenas lojas, pesca esportiva, área de ciclismo e caminhada, e trilhas ecológicas. A prefeitura se comprometeu em acrescentar o parque na rota da coleta de lixo, da vigilância sanitária e divulgá-lo como ponto turístico da cidade.

Entretanto, devido ao baixo orçamento disponibilizado pelos empresários para a construção do complexo de lazer, foi necessário reutilizar alguns materiais menos custosos, o que foi aproveitado numa tentativa de criar uma iniciativa de marketing acerca da preocupação com o meio ambiente em torno do parque. Para isso, foram utilizadas centenas de pneus usados em toda a construção, desde a divisória das áreas até os bancos das praças.

Em pouco tempo o Complexo Ecológico de Lazer Ouro Azul tornou-se atração local e ponto turístico da cidade, alavancando o comércio da microrregião e mobilizando grande parte da população, visto que este Complexo se tornou a principal atividade econômica da cidade. Ele emprega cerca de 100 funcionários, dentre eles os pais de João, e disponibiliza 15 quiosques para os vários comerciantes venderem ali seus produtos (lanches, roupas de praia, souvenirs personalizados etc.).

Além disso, a área em torno do parque passou a se desenvolver, formando um novo bairro, atraindo novos comerciantes e moradores em apenas um ano de funcionamento. A família de Mariana foi uma das que se instalaram próximo ao parque.

Nove meses depois, um surto de dengue, zika e chikungunya assolou o país e principalmente as cidades menores, como Nova Colônia, não estavam preparadas para atender a demanda pelo serviço de saúde, no caso de uma epidemia. A irmã de Mariana não escapou da picada de um mosquito contaminado e começou a apresentar manchas vermelhas no corpo, nos primeiros dias, sem febre e com pouca dor nas articulações. Outros casos na vizinhança começaram a aparecer.

Os agentes de saúde constataram que o Complexo poderia ser um grande criadouro do mosquito *Aedes aegypti*, principalmente em algumas semanas, quando se iniciaria o período chuvoso do ano. Como sabemos, a água acumulada em pneus é propícia para o desenvolvimento das larvas do mosquito. Como uma medida necessária para evitar um possível surto na cidade, em decorrência do grande número de pneus no parque, a vigilância sanitária indicou que o mesmo fique interditado por um período de 1 ano, para as devidas adaptações.

Para votação e decisão final acerca do que farão com o parque, os representantes da associação dos moradores e os gestores do parque marcaram uma reunião para a próxima semana.

A seguinte questão irá para votação: Desativar o Complexo Ecológico de Lazer Ouro Azul durante o período necessário para a reforma ou adotar medidas paliativas temporárias para evitar um possível surto,

não sendo necessário fechar o parque?

Preocupados com a situação, João, Pedro, Beatriz e Mariana iniciaram uma discussão sobre o assunto na hora do recreio, que se estendeu durante a aula de Biologia, quando o tema da zika foi abordado na aula.

Pedro opina: - Eu sei que esse vírus está atingindo muita gente, mas sou a favor da manutenção do parque.

Neste momento, Beatriz fala: - Concordo com Pedro. O fechamento do parque prejudicará muitas pessoas, incluindo minha família.

Mariana, que está com a irmã doente, retruca: - Vocês só estão pensando em si mesmos! Vocês não moram próximo ao parque e não têm ninguém doente em casa.

João, preocupado com sua vizinhança, acrescenta: - Verdade, Mariana! Alguns dos meus vizinhos já começaram a ficar doentes também.

- Agora é com vocês, o parque deve ou não ser fechado? - pergunta a professora.

Questões Norteadoras

1) Quais são as regiões do mundo mais afetadas por essas doenças?

2) Que condições ambientais, sociais, econômicas, políticas e culturais dessas regiões favorecem a proliferação dessas doenças?

3) Quais as principais características (sinais e sintomas) dessas doenças? Como diferenciá-las?

4) Que aspectos individuais e coletivos influenciam no surgimento e na disseminação dessas doenças? Qual a natureza desses aspectos (ambientais, culturais, políticos, sociais, econômicos etc.)?

5) Essas doenças são causadas por arbovírus (vírus transmitidos por artrópodes, como os insetos). Quais outras doenças estão relacionadas a este grupo de vírus?

6) Por que você acha que Pedro e João são a favor das medidas paliativas, mantendo o parque aberto? Justifique. E se você fosse Mariana, quais seriam suas justificativas para o fechamento do parque?

8) A mídia tem relatado que a zika, a dengue e a chikungunya se tornaram um problema de saúde pública mundial. Você concorda? Por quê?

9) Se o parque permanecer aberto, que medidas poderão ser tomadas para evitar a contaminação das pessoas e disseminação dessas doenças?

10) Quais seriam as consequências para a comunidade caso o parque seja interditado?

11) Você acredita que abrir o parque foi a ideia mais viável para a situação de crise da cidade?

12) O Complexo Ecológico de Lazer Ouro Azul foi construído a 60m de distância do leito do rio Ouro Azul. Sabendo que o rio possui cerca de 30m de largura, o parque obedece às atuais normas de proteção ambiental? Quais as implicações do desmatamento das matas ciliares?

13) Se os moradores decidirem por uma reforma no parque, qual deverá ser o destino dos pneus, considerando a necessidade de destinação correta de resíduos sólidos e que apenas a retirada dos pneus não resolve o problema, tendo em vista que podem acumular água, por exemplo, se alocados em algum depósito?

14) Se você fosse um morador da vizinhança do parque, que ações você poderia desenvolver para exigir dos governantes de Nova Colônia e dos empresários responsáveis pelo parque que tomem providências para a prevenção e o controle das doenças e para o tratamento das pessoas acometidas na comunidade, no caso de um possível surto de dengue, zika e chikungunya?

Os grupos foram orientados para utilizarem o MAT (Toulmin, 2006) como base de estruturação dos argumentos (figura 1). Particularmente, nesse modelo, um argumento pode ser organizado a partir de seus elementos principais, a saber: na forma de dados (**D**), isto é, fatos e informações para alicerçar a conclusão (**C**). Esta última constitui as proposições a serem validadas; Justificativa (**J**) – Legitimação da passagem de **D** para **C**. Assim, um argumento pode ser transcrito em “a partir de um dado **D**, já que **J**, então **C**”. Entretanto, para atingir uma maior completude, é possível trazer novos elementos, a fim de especificar a “força” da justificativa. Em outras palavras, o modelo permite apresentar condições nas quais a justificativa se aplica, por meio de um qualificador modal (**Q**), e/ou condições em que ela é inviável, através de uma refutação (**R**). Por fim, há ainda a possibilidade de se apresentar uma alegação que dá suporte à justificativa, denominada “backing” (**B**), baseando-se em alguma autoridade, exemplos e/ou similares. O esquema a seguir mostra a síntese do modelo:

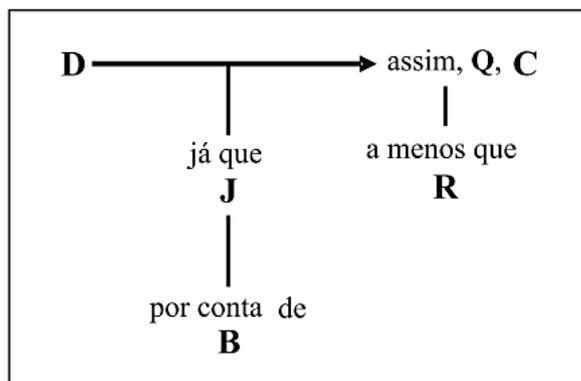


Figura 1: Modelo de argumentação de Toulmin. (extraído de Toulmin, 2006, p.150)

Os estudantes também foram orientados para desenvolverem contra-argumentos, segundo um modelo para a discordância, desenvolvido por Graham (2008). Contudo, a análise da validade e da qualidade dos contra-argumentos não foi objetivo desse trabalho.

A coleta dos dados foi efetuada durante a realização da oficina pedagógica, considerando as produções escritas dos discentes (argumentos).

O tratamento dos dados foi feito da seguinte forma: inicialmente, a partir do modelo de Toulmin, foram identificados os elementos do argumento presentes nos argumentos dos estudantes; em seguida, foi feita a organização e a contabilização das frequências desses elementos na produção de cada grupo. Isso permitiu atribuir o nível de complexidade do argumento; uma vez que argumentos com menor número de combinações entre os elementos ou ausência de refutações e/ou qualificadores foram considerados de baixa complexidade, enquanto os que possuíam maior número de combinações e presença de qualificadores e/ou refutações foram classificados como de maior complexidade. Esta classificação ocorreu por concordamos com Conrado *et al.* (2015) e Erduran *et al.* (2004), de que argumentos com maior complexidade podem refletir maior domínio de habilidades argumentativas.

Em seguida, foi efetuada a análise qualitativa a partir do “Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas” proposto por Sá (2010). No entanto, realizamos uma adaptação deste modelo², considerando também parte do estudo de Conrado (2013), que aborda duas perspectivas, dentre as três, deste modelo, para verificar a *natureza* dos conteúdos mobilizados, durante a resolução dos casos. Esse modelo permitiu identificar a natureza do conteúdo predominante nos elementos dos argumentos, classificando-os em onze categorias³, a saber: a) *ambiental*, quando foi abordado temas relativos impactos ambientais como planejamento de obras, derretimento de geleiras, uso de fontes de energias renováveis e clima, etc.; b) *biológico*, quando se tratou de forma específica a temas da biologia como evolução (adaptação e seleção natural) genética, entre outros; c) *econômico*, disparidade no acesso à tecnologia e a medicamentos devido a condições financeiras, empreendedorismo, etc.; d) *epidemiológico*, dados sobre notificações de óbitos, a expansão de vetores etc.; e) *histórico*, dados históricos; f) *legislação*, Leis ambientais; g) *políticos*, uso de verbas em educação e saúde, definição de estratégias de combate a arboviroses, etc.; h) *saúde*, tratamento de doenças, prescrição de medicamentos, profilaxia etc.; i) *social* capacitação profissional, realização de ações socioeducativas, meios de comunicação etc.; e j) *outros*. Sobre a categoria ‘outros’, cabe ressaltar que foram enquadrados nele os elementos que não foram possíveis de definir uma natureza específica. Por fim, realizamos uma discussão geral com base na literatura.

Além disso, a fim de aumentar a validade interna dos dados obtidos, foram feitas análises independentes dos argumentos por dois pesquisadores, conforme Lecompte e Goetz (1982).

² Vale destacar que reconhecemos que o termo “modelo” remete a um outro arcabouço epistemológico próprio da filosofia. No entanto, o utilizamos por ser este o usado pela autora Sá (2010), com a qual estamos dialogando, principalmente, ao analisarmos uma de suas perspectivas.

³ Foram distinguidas as categorias Ambiental e Biológico, pois, na primeira, nem sempre envolviam conteúdos de biologia, mas de física, geografia, etc., tendo um caráter mais interdisciplinar. Na segunda, incluiu-se apenas conteúdos exclusivamente de caráter biológico. A categoria Saúde também foi separada, devido sua natureza transversal. Isso não significou que as categorias não possam interagir, por exemplo, a categoria Saúde estar relacionada com Sociedade ou Ambiente ou Biologia. Essa separação é artificial, para facilitar a análise dos dados, considerando a predominância da temática presente no elemento do argumento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final da oficina, todos os quatro grupos apresentaram oralmente as soluções propostas para os casos e entregaram o material solicitado, contendo seus argumentos e contra-argumentos, o diário de caso, as atividades de análise de argumentos realizadas em sala, o material didático para os alunos do Ensino Médio e as avaliações. Cabe ressaltar que, nesse trabalho, serão relatados e analisados somente a parte dos argumentos sob o aspecto estrutural e qualitativo, em consonância com o objetivo proposto.

Nesse cenário, a análise deste trabalho foi realizada a partir de um total 23 argumentos, sendo estes classificados da seguinte maneira: os argumentos relativos à QSC que trata de arboviroses receberam a abreviação de “ARBO”; os que se referem aos cinco casos da QSC que trata de Resistência Bacteriana foram nomeados de RBA1, RBA2, RBA3, RBA4 e RBA5.

Análise da estrutura dos argumentos produzidos pelos estudantes

A Tabela 1 apresenta as combinações de elementos dos argumentos construídos, segundo MAT, nas soluções propostas, por cada grupo, para as QSC. Na visão de Erduran *et al.* (2004), a habilidade de desenvolver argumentos mais elaborados requer maior repertório por parte do sujeito e, portanto, o argumento tende a possuir mais elementos. Assim, observar tais combinações nos permitiu verificar, em alguma medida, a qualidade argumentativa presente em cada grupo, considerando a estrutura do argumento.

TABELA 1: Frequência das combinações de elementos do MAT identificadas nos argumentos. Sendo: C: conclusão; D: dado; J: justificativa; B: backing; R: refutação; e Q: qualificador.

Caso/Combinação	DJ	DJB	CD	CDJ	CDJB	CDJR	Total
Arbovirose	1	2	0	0	1	0	4
RBA 1	0	0	0	2	2	0	4
RBA 2	0	0	1	1	1	0	3
RBA 3	0	0	1	1	0	2	4
RBA 4	0	0	2	2	0	0	4
RBA 5	0	0	1	3	0	0	4
Total	1	2	5	9	4	2	23

A partir desses dados, podemos perceber que houve a ocorrência de seis combinações diferentes do MAT nas soluções apresentadas, sendo que CDJ e a CD foram as mais frequentes. Conrado *et al.* (2015) consideram de baixa complexidade argumentos que apresentam a combinação de três ou menos elementos; média complexidade os que possuem quatro elementos; e alta complexidade os que se estruturam a partir de cinco ou seis elementos. Isso indica que, de forma geral, a sofisticação argumentativa presente nos argumentos das equipes se encontra em um nível de baixa complexidade (17 argumentos) predominantemente. No entanto, 06 argumentos foram classificados como de média complexidade, e nenhum de alta complexidade. A figura 2 exemplifica um argumento considerado de média complexidade, elaborado por um dos grupos.

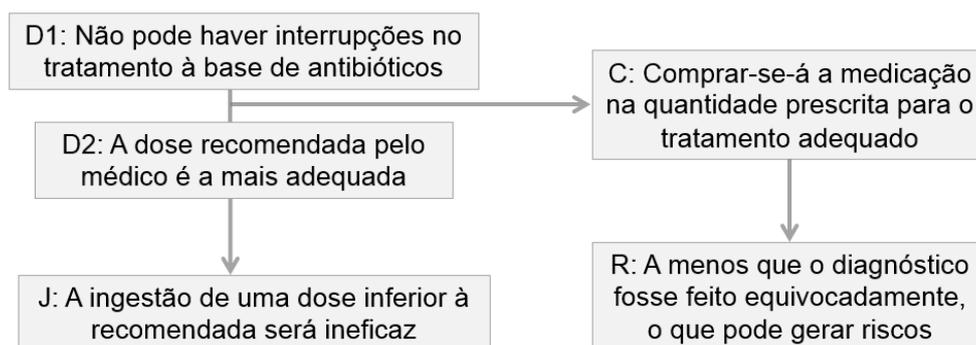


Figura 2: Exemplo da organização de um dos argumentos para responder ao caso RBA3 (elaborado pelos autores, considerando a mensagem principal do argumento construído pela equipe).

Nessa figura, percebe-se que a justificativa não é excludente para um dos dados (D1 ou D2), uma vez que ambos os dados são referentes ao uso de um medicamento. Além disso, a refutação é, principalmente, sobre o diagnóstico médico, não estando, assim, diretamente associada às premissas (D1; D2; J) explicitadas nesse argumento. Essa refutação poderia ter conexão com D2, caso houvesse uma justificativa como, por exemplo: “Uma vez que a dose estipulada e o medicamento escolhido estão de acordo com o diagnóstico”. Essa poderia ser uma premissa oculta que o grupo não explicitou, mas que conectaria melhor os elementos do argumento. Por isso, concordamos com Conrado (2017) e Sá (2010), quando afirmam que apenas a presença de uma combinação diversificada dos elementos do argumento (nesse caso CDJR) não é suficiente para avaliar a qualidade do argumento.

A figura 3 abaixo mostra os elementos de um argumento que consideramos de baixa complexidade, elaborado por um dos grupos. Cabe notar que, segundo a literatura sobre lógica básica, um argumento precisa ter, no mínimo uma premissa e uma conclusão. Ainda, no caso do silogismo categórico, o argumento mínimo precisaria ter duas premissas e uma conclusão (Conrado *et al.*, 2015), o que também é defendido por Toulmin (2006); o argumento deve ter no mínimo uma combinação CDJ. Conforme a tabela 1, houve 3 argumentos incompletos (sem conclusão) sobre o caso ARBO. Exemplificando na figura 3, o grupo apresentou muitas premissas (13 dados e 3 justificativas), mas nenhuma conclusão sobre a questão principal do caso ARBO (se o parque deveria ou não ser fechado). Mesmo que aqui consideremos esse produto como um argumento (incompleto) de baixa complexidade produzido pela equipe, vale destacar que, em uma intervenção didática, para melhor desenvolver a habilidade de argumentação dos estudantes, recomendamos que o docente (ou os tutores, se houver) lembre os estudantes da composição básica de um argumento e da importância dessa estrutura básica (premissa e conclusão) para defender ideias e posicionamentos. Nesse sentido que concordamos com autores como Jiménez-Aleixandre e Frederico-Agraso (2006) e Sá e Queiroz (2018) que defendem a inserção da argumentação no conteúdo curricular do ensino de ciências.

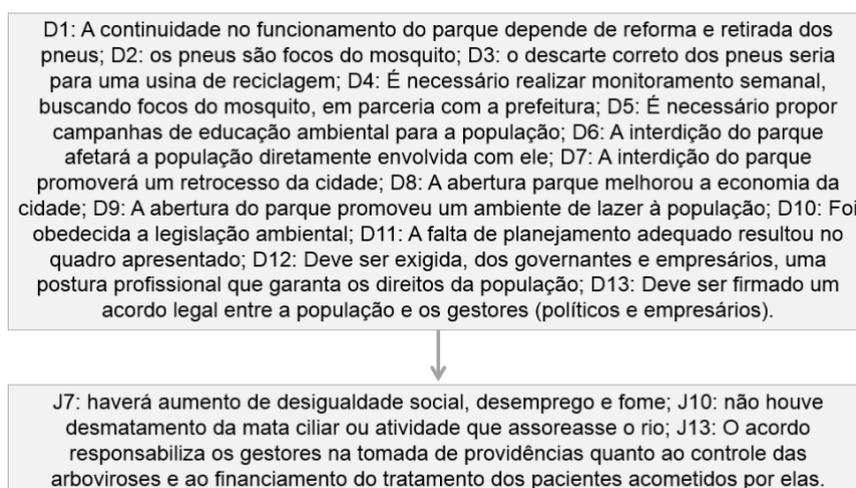


Figura 3: Exemplo da organização dos elementos de um argumento para responder ao caso ARBO (elaborado pelos autores, considerando a mensagem principal do argumento construído pela equipe).

Dentre os motivos que explicam a ausência de combinações de alta complexidade, provavelmente, podemos inferir que se deu em função de ter sido um dos primeiros contatos dos estudantes com a prática argumentativa sistematizada, além do curto tempo para a elaboração dos argumentos, considerando a complexidade das situações-problema, bem como na dificuldade, por parte dos estudantes, de mobilizar refutações e qualificadores modais (Sá & Queiroz, 2007; Jiménez-Aleixandre & Frederico-Agraso, 2006).

Análise de aspectos e conteúdos predominantes nos argumentos

Na elaboração dos argumentos, os estudantes mobilizaram conteúdos de diferentes âmbitos, que organizamos em 10 categorias (tabela 2).

TABELA 2: Principal categoria de conteúdo encontrado nos elementos do MAT dos argumentos produzidos pelos estudantes.

Aspecto/ Natureza	G1	G2	G3	G4	Total
Ambiental	6	2	2	5	15
Biológico	7	17	8	12	44
Econômico	0	3	3	4	10
Epidemiológico	4	2	2	1	9
Histórico	0	0	0	3	3
Legislação	1	2	1	2	6
Outros	6	7	2	6	21
Político	2	2	4	2	10
Saúde	9	19	17	19	64
Social	6	8	6	13	33
Total	42	62	45	67	215

Conforme esperado, houve predominância de conteúdos de saúde e biologia, sobretudo nas áreas de microbiologia, genética, bioquímica e evolução, devido ao fato das questões RBAs tratarem de Resistência Microbiana. Contudo, existem aspectos biológicos presentes em outras categorias e que foram mobilizados de forma secundária na construção dos argumentos. São os casos das categorias: Legislação, Ambiental e Saúde que abordaram fatores como ciclo de vida do mosquito transmissor (ecologia), quadro sintomático das doenças e tratamento (fisiologia/imunologia), preservação de matas ciliares (Meio Ambiente), dentre outros que surgiram nas soluções para a questão ARBO. Em outras palavras, esses conteúdos de natureza biológica foram mobilizados de forma secundária, pois o foco esteve em outros aspectos. Isso mostra, por um lado, a influência do contexto de formação desses estudantes (curso de ciências biológicas) na análise de problemas (enfoque biológico) e, por outro lado, a pertinência do uso de QSC na formação docente, visto que permite a ampliação dos âmbitos de análise (como na ocorrência de outros aspectos que não apenas biológicos), sobretudo quando o docente aborda o uso de QSC numa perspectiva interdisciplinar.

Assim, esses aspectos presentes nas soluções das situações-problema apareceram associados a fatores históricos, sociais, políticos, etc. Por exemplo, ao se refletir sobre o tratamento de uma infecção bacteriana, foram considerados os interesses econômicos da prescrição excessiva de antibióticos; o surgimento de linhagens resistentes, devido ao histórico de uso intensivo desses medicamentos; bem como as condições financeiras do paciente. Isso evidenciou que o uso das QSC nessa oficina foi eficaz para promover discussões em perspectivas abrangentes e interdisciplinares, enfocando aspectos biológicos de forma contextualizada (Kolstø, 2001; Chang Rundgren & Rundgren, 2010; Bencze *et al.*, 2018). Ao observarmos, na tabela 2, um total de 215⁴ elementos do MAT presentes nos argumentos das equipes, podemos perceber que o uso de QSC, aliado à atividade de argumentação, possibilitou, além da mobilização de conteúdos diversos, a presença de vários elementos para justificar a tomada de decisão sobre os casos abordados.

⁴ Foram elencados, ao total, 216 elementos do MAT; contudo um desses elementos é um qualificador modal pouco elaborado (simplesmente o termo “infelizmente”) e, portanto, não recebeu nenhuma atribuição de conteúdo. Por essa razão, a sua contabilização não apareceu na tabela acima.

Particularmente, os aspectos *ambientais* foram destacados por todas as quatro equipes, tratando de questões relativas à conservação das matas ciliares, ao acúmulo de resíduos sólidos em locais inadequados, favorecendo a proliferação de vetores; às alternativas em relação ao destino dos resíduos produzidos; à distribuição regional das arboviroses, devido ao clima, dentre outros. Isso indica que, durante a resolução das QSC, as equipes conseguiram, em alguma medida, reconhecer a problemática ambiental envolvida, sendo um passo inicial para aceitarem a responsabilidade que essa problemática suscita, bem como para a proposição de alternativas a ela por meio de ações responsáveis. Esse resultado está em concordância ao estudo realizado por Arenas, Díaz e Martínez Pérez (2016), que investigou os impactos do uso de QSC no desenvolvimento de competências ambientais.

Os aspectos *econômicos* também foram abordados por três grupos (G2, G3 e G4) e discutiram temas como a produção de renda, a intensificação da desigualdade social, devido ao acesso a tecnologias de alto custo, como manipulação genética. As categorias epidemiológicas, físicos (apenas G1), histórico (apenas G4) e legislação foram pouco abordadas e trataram de dados estatísticos da ocorrência das arbovirose; expansão térmica da água e aquecimento global; aspectos cronológicos do uso de antibióticos e; código florestal, respectivamente.

No tópico de *Saúde*, abordou-se, principalmente, acerca da prescrição e do uso inadequado de antibióticos e, em menor frequência, a realização de exames para diagnóstico adequado, modalidades de medicamentos (genéricos, originais e similares) etc.

Quanto à categoria *biológica*, amplamente abordada por todas as equipes, discutiu-se sobre os mecanismos de resistência bacteriana, seleção natural, mutações gênicas, ação de medicamentos nos microrganismos. Esse dado corrobora com alguns dos objetivos pedagógicos do ensino baseado em QSC, que trata sobre a resistência bacteriana, uma vez que a resolução dos casos permitiu evidenciar relações entre a teoria da evolução e a tomada de decisões socialmente responsáveis (Conrado, 2013). Contudo, vale destacar que nem sempre a mobilização do conteúdo científico é suficiente para uma tomada de decisão socialmente responsável.

A categoria *política* teve ocorrência maior na RBA5, cujo ator social responsável pela tomada de decisão é um gestor público. Na questão ARBO, a mobilização da dimensão política apareceu durante o tratamento de questões sobre uso de verbas, saneamento básico, e estratégias de combate a arboviroses. Por outro lado, a categoria com aspectos mais variados foi a que tratou de tópicos sociais. Entre eles, pode-se perceber a realização de ações socioeducativas, a interdição do funcionamento de locais de risco, desigualdade, ações profiláticas e de sensibilização da comunidade. Assim, verificamos que uma tomada de decisão leva em conta diversos níveis de atuação e diversos atores sociais, e que vai além de opções objetivas A e B, tal como observado em nossa experiência e já apontado por outros estudos (Dionor, 2018; Santos & Mortimer, 2001).

A categoria *outros* contemplou os elementos cuja identificação de um conteúdo predominante não foi possível ou não se enquadrava em nenhuma das categorias estabelecidas.

Por fim, é importante enfatizar que, apesar da mobilização de conteúdos de diversas categorias e da presença dos elementos do argumento, somente esses fatores não garantem uma tomada de decisão socialmente responsável. Em uma decisão, é necessário considerar as consequências e os impactos sociais e ambientais da decisão, além do reconhecimento de interesses político-econômicos e valores éticos que influenciam as decisões (Conrado & Conrado, 2016). Para isso, os conteúdos mobilizados terão que explicitar dimensões ética e políticas que raramente estão presentes em questões meramente conceituais, como a RBA1 (Bencze *et al.*, 2018; Conrado, Nunes-Neto, 2018; Chang Rundgren & Rundgren, 2010). Para exemplificar, a figura 4 indica a mensagem principal do argumento de um grupo (G1), para responder à questão RBA1, que não possui a necessidade de tomada de decisão.

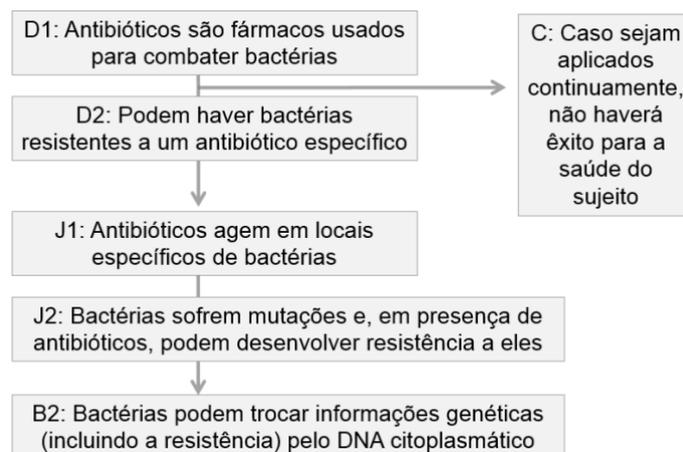


Figura 4: Exemplo da organização de um dos argumentos para responder ao caso RBA1 (elaborado pelos autores, considerando a mensagem principal do argumento construído pela equipe).

Na Figura 4, sobre um caso em que não há tomada de decisão, o grupo conseguiu mobilizar conteúdos de biologia (bioquímica, microbiologia, genética). Essa situação ocorreu em todos os grupos. No entanto, nos casos em que os estudantes deveriam tomar uma decisão, notamos que ocorreu: 1) os conteúdos de biologia não foram essenciais para a conclusão do argumento; ou 2) as decisões não levaram em conta os conteúdos de biologia considerados relevantes para o caso RBA1 (conceitual). A figura 5 exemplifica essa situação com a mensagem principal do argumento desse mesmo grupo (G1) para responder à questão RBA5, que solicita uma tomada de decisão.

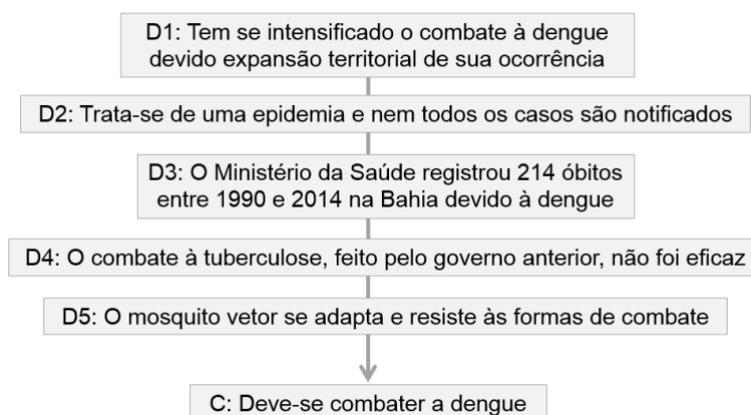


Figura 5: Exemplo da organização de um dos argumentos para responder ao caso RBA5 (elaborado pelos autores, considerando a mensagem principal do argumento construído pela equipe).

Podemos notar que, na figura 5, a tomada de decisão (que aqui foi considerada não socialmente responsável) ocorreu predominantemente com base em aspectos políticos e epidemiológicos, ao invés de serem também considerados aspectos biológicos presentes nos conteúdos mobilizados na resolução do caso RBA1 (figura 4). Apesar de ser uma decisão difícil, nesse caso, o problema da resistência bacteriana é bem mais grave do que o da dengue (Conrado, 2013). Assim apesar da maior parte das decisões serem socialmente responsáveis, houve dois grupos que tomaram decisões que contradisseram os conhecimentos mobilizados no caso RBA1. O primeiro grupo foi indicado nas figuras 4 e 5. O segundo grupo, elencou 6 dados com predominância de aspectos biológicos (por exemplo: “[...] as bactérias têm capacidade de trocar informações genéticas [...] o uso contínuo do mesmo antibiótico pode tornar as bactérias resistentes, podendo causar infecções mais graves [...] esses antibióticos não distinguem as bactérias boas das ruins. [...] O uso incorreto deixa o organismo menos resistente, aumentando os riscos de efeitos colaterais e tornando as bactérias mais resistentes”), uma justificativa (“[...] não matam somente as bactérias que causam doenças, mas também as boas que o nosso corpo é dependente, pois exercem papel importante nas defesas do nosso organismo”) e a conclusão (“As pessoas não devem tomar remédio sem a prescrição do médico e devem seguir à risca os horários, as doses e o tempo de tratamento”) para o caso RBA1. Já

para o caso RBA2, a equipe apresentou dois dados (“Devido às fortes dores e a urgência para que elas se cessem, na maioria dos casos se opta pela opção de ingerir um antibiótico sem nenhum teste para determinar a origem do incomodo abdominal [...] Sabendo que algumas bactérias são resistentes a algum tipo de antibiótico”), uma justificativa (“[...] pouco conhecimento da população sobre os riscos da utilização inadequada de antibióticos e suas consequências posteriores”), um qualificador (“Infelizmente...”) e a conclusão (“[...] tomaria o antibiótico receitado pelo segundo especialista, porque aliviaria as dores. E o passar dos dias, já com resultado em mãos, o diagnóstico final comprovaria se as dores eram provocadas por um vírus ou bactérias”). Podemos perceber uma contradição entre o conhecimento científico (de biologia) mobilizado nas premissas para RBA1 e RBA2 e a tomada de decisão para RBA2. Aqui dois pontos podem ser evidenciados: primeiro, sobre a inconsistência entre ter conhecimentos e usá-los nas práticas sociais. Conrado *et al.* (2015, p.344) também discutiram esse resultado, comparando com achados na literatura:

“Sadler e Donnelly (2006), que avaliaram a argumentação de estudantes de ensino médio sobre QSC relacionadas a temas de genética, advertiram que a apropriação de um nível básico de conhecimento sobre um tema não é suficiente para que os estudantes venham a considerá-lo nas decisões sobre tais questões. Isso porque, de forma geral, o estudante raramente se encontra preparado para mobilizar esse conhecimento. Conrado et al. (2011), ao avaliarem o uso do conhecimento evolutivo na tomada de decisão sobre QSC, também perceberam que os conhecimentos relativos a um determinado assunto nem sempre são aplicados quando estes são necessários para uma tomada de decisão.”

Assim, para uma formação científica crítica, é relevante saber elaborar e avaliar argumentos, considerando explicitamente valores e conhecimentos que influenciam a tomada de decisão e a justificativa para essa decisão (Conrado *et al.*, 2015).

O segundo ponto, já discutido em trabalhos que envolvem educação em saúde, é a importância que se é dada para seguir uma autoridade médica (ou científica), a partir de “*uma ênfase sobre o pensamento hegemônico fundamentado no modelo biomédico (Martins, 2017), em que a responsabilidade sobre a saúde é atribuída prioritariamente ao médico, o que reduz a responsabilidade e limita as ações do cidadão comum sobre sua saúde*” (Conrado, 2017, p.145). Nesse aspecto, segundo a autora uma tomada de decisão com base na confiança na formação médica ou na indústria farmacêutica pode ser considerada uma forma de tecnocracia (isto é a responsabilização de especialistas para decisões que envolvem ciência e tecnologia, com a crença de que sempre essas decisões serão corretas e ideologicamente neutras). Para Bencze *et al.* (2018) e Conrado e Nunes-Neto (2018), discutir interesses nas relações CTSA é um passo importante para reconhecer e valorizar a autonomia do sujeito para tomar decisões. “*Isso pode auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico, na tomada de decisão e na ação dos estudantes quanto ao uso da ciência e da tecnologia na solução de problemas socioambientais atuais*” (Conrado & Conrado, 2016, p. 228), como, por exemplo, os problemas de saúde pública.

Outra questão importante, também relacionada a essa discussão, foi a ocorrência de dois argumentos parcialmente plagiados. Algumas das alegações presentes nos argumentos para RBA1 e RBA4 da equipe G4 foram transcritas integralmente de um artigo disponível na internet, sem a devida citação. Podemos inferir, comparando com outros achados na literatura (e.g. Conrado *et al.*, 2015; Costa, 2008; Jiménez-Aleixandre & Frederico-Agraso, 2006), que essa dificuldade de articulação entre o material consultado e a elaboração do argumento é comum no processo de formação acadêmica. Nesse sentido, situações como essa mostram a importância de se discutir bases da comunicação no meio acadêmico (como, por exemplo, conteúdos sobre métodos de pesquisa), assim como sobre valores e atitudes com base numa ética científica, pois os sujeitos em questão são professores em formação, que influenciarão outros sujeitos. Portanto, a articulação entre o conhecimento científico e a prática de determinadas virtudes (ex.: honestidade intelectual, precisão semântica, responsabilidade, confiabilidade, solidariedade, justiça social) é requisito fundamental para uma formação científica de qualidade, o que evidencia a importância da explicitação da dimensão ética nas ciências (Bencze *et al.*, 2018; Conrado, 2017; Levinson, 2006; Kolstø, 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante à execução da proposta didática, analisou-se um total de 23 argumentos, 215 elementos dos argumentos, contendo 10 aspectos de conteúdos predominantes. A quantidade reduzida de backing,

refutações e qualificadores já era esperada, pois são indicadores de argumentos de maior elaboração, o que requer tempo e experiência com a prática argumentativa. Dentre o rol citado, 15 elaborações apresentaram pelo menos a estrutura mínima (CDJ) para constituir-se em um argumento completo, pelos critérios propostos por Toulmin (2008). Para os demais 08 argumentos, podemos relacionar uma baixa complexidade das combinações entre os elementos dos argumentos à complexidade da situação problema (casos sobre QSC) associada à pouca experiência com a prática argumentativa e à dificuldade de encontrar um consenso entre os membros da equipe.

No entanto, de um modo geral, pode-se perceber que a oficina, por meio das QSC, foi capaz de fomentar o desenvolvimento de habilidades argumentativas, bem como requerer por parte dos estudantes a mobilização de vários aspectos do conteúdo na forma dos elementos do MAT, ao proporem soluções para os casos apresentados. Foi observada a mobilização de conteúdos curriculares de biologia relativos à evolução, à bioquímica, à microbiologia, à genética, à ecologia, à imunologia e à fisiologia, bem como conteúdos referentes à ética profissional, à política, à economia, à distribuição de renda, à legislação etc. Isso evidenciou e reforçou o caráter interdisciplinar das estratégias didáticas que são estruturadas a partir de QSC e que elas permitem em um ensino contextualizado por CTSA e HFC, validando o seu potencial para o Ensino de Ciências e Biologia.

Contudo, devido à baixa complexidade da combinação de elementos dos argumentos apresentados, se faz necessário ressaltar a importância da realização de mais estudos sobre o uso de QSC e atividades de argumentação, uma vez que essa combinação tem se revelado promissora, e de maiores investimentos em discussões que abordem aspectos históricos e filosóficos da ciência bem como o ensino com base nas relações CTSA. Nesse sentido, a elaboração de Materiais Curriculares Educativos (MCE); e a valorização e a intensificação de espaços para a argumentação poderão contribuir com o desenvolvimento de habilidades argumentativas em vários momentos do processo de formação inicial e continuada dos docentes.

REFERÊNCIAS

- Acar, O., Turkmen, L., & Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision-making research findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191-1206. <https://doi.org/10.1080/09500690902991805>
- Arenas, M. L. M., Díaz, M. A. R., & Martínez-Pérez, L. F. (2016). Competencias ambientales en básica primaria a partir del desarrollo de una unidad didáctica sobre la controversia? vivienda o humedales?. *Indagatio Didactica*, 8(1), 702-720. Recuperado de <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/3899/3583>
- Bencze, L., Halwany, S. E., Krstovic, M., Milanovic, M., Phillips, C., & Zouda, M. (2018). Estudantes agindo para abordar danos pessoais, sociais e ambientais relacionados à ciência e à tecnologia. In D. M. Conrado & N. Nunes-Neto (Orgs.) *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 515-548). Salvador, BA: Edufba.
- Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *Necessária renovação do ensino de Ciências*. São Paulo, SP: Cortez.
- Campaner, G., & de Longhi, A. L. (2007). La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442-456. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N2.pdf
- Chang Rundgren, S.-N. & Rundgren, C.-J. (2010). SEE-SEP: From a separate to a holistic view of socioscientific issues. In: *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), 1-24. Recuperado de https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11_issue1_files/changsn.pdf
- Coburn, W. W., & Loving, C. C. (2001). Defining science in a multicultural world: implications for science education. *Science Education*, 85(1), 50-67. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.124.9258&rep=rep1&type=pdf>
- Conrado, D. M. (2013). *Uso de conhecimentos evolutivo e ético na tomada de decisão por estudantes de biologia*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. Recuperado de

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=992586

- Conrado, D. M. (2017). *Questões sociocientíficas na educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, BA. Recuperado de <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/24732/1/Tese-DaliaMelissaConrado-2017-QSC-CTSA-Final.pdf>
- Conrado, D. M., & Conrado, I. S. (2016). Análise crítica do discurso sobre imagens da ciência e da tecnologia em argumentos de estudantes de biologia. *Revista de Pesquisa Qualitativa*, 4(5), 218-231. Recuperado de <https://editora.sepq.org.br/index.php/rpq/article/download/40/35>
- Conrado, D. M., & Nunes-Neto, N. (2018). Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In D. M. Conrado & N. Nunes-Neto (Orgs.) *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 77-118). Salvador, BA: Eudfba.
- Conrado, D. M., Nunes-Neto, N. F., & El-Hani, C. N. (2015). Argumentação sobre problemas ambientais no ensino de biologia. *Educação em Revista*, 31(1), 329-357. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698125846>
- Costa, A. (2008). Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(5), 01-08. Recuperado de www.rieoei.org/deloslectores/2233Costa.pdf
- Dionor, G. A. (2018). *Propostas de ensino baseado em questões sociocientíficas: uma análise sistemática da literatura acerca do ensino de ciências na educação básica*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. Recuperado de <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/25700>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-237x\(200005\)84:3%3C287::aid-sce1%3E3.0.co;2-a](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(200005)84:3%3C287::aid-sce1%3E3.0.co;2-a)
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). TAPPING into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Foong, C. C., & Daniel, E. G. S. (2010). Assessing students' arguments made in socio-scientific contexts: The considerations of structural complexity and the depth of content knowledge. *Procedia-Social and Behavioral Sciences Journal*, 9, 1120-1127. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.294>
- Gil-Perez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132001000200001>
- Graham, P. (2008). *How to disagree*. Recuperado de <http://www.paulgraham.com/disagree.html>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Frederico-Agraso, M. (2006). A argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. *Educação em Revista*, 43, 13-33. Recuperado de <http://educa.fcc.org.br/pdf/edur/n43/n43a02.pdf>
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Lecompte, M., & Goetz, J. (1982). Problems of reliability and validity in ethnographic research. *Review of Educational Research*, 52(1), 31-60. <https://doi.org/10.3102/00346543052001031>
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224. <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>

- Martins, L. (2017). *Abordagens da saúde em livros didáticos de biologia: análise crítica e proposta de mudança*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, BA. Recuperado de https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/22536/1/Tese_Liziane%20Martins.pdf
- Puig, B., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2014). Argumentação e pensamento crítico sobre determinismo biológico a respeito das “raças” humanas. In: R. M. Vieira, C. Terneiro-Vieira, I. Sá-Chaves & C. M. Machado (Org.) *Pensamento crítico na educação: perspectivas atuais no panorama internacional* (pp. 237-250). Aveiro, Portugal: UA Editora.
- Queiroz, S. L., & Sá, L. P. (2009). O espaço para a argumentação no Ensino Superior de Química. *Educación Química*, 20(2), 104-110. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(18\)30016-8](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(18)30016-8)
- Reis, P. (2013). Da discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1-10. Recuperado de <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/9577/3/DA%20DISCUSS%C3%83O%20%C3%80%20A%C3%87%C3%83O.pdf>
- Sá, L. P. (2010). *Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no Ensino Superior de Química*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, SP. Recuperado de <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6158/3018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sá, L. P., & Queiróz, S. L. (2007). Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Química Nova*, 30(8), 2035-2042. <https://doi.org/10.1590/s0100-40422007000800041>
- Sá, L. P., & Queiróz, S. L. (2018). Tipos de próteses como tema sociocientífico para a promoção da argumentação no ensino de química. In D. M. Conrado & N. Nunes-Neto (Orgs.). *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 231-243). Salvador, BA: Edufba.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488. <https://doi.org/10.1080/09500690600708717>
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, 7(1), 95-111. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132001000100007>
- Santos, W. L. P., Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2001). A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um Estudo de Caso. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(1), p. 140-152. Recuperado de <http://repositorio.unb.br/handle/10482/12137>
- Silva, R. C. M., Llavanera, M. C., & Santos, W. L. P. (2011). Argumentação em questões sociocientíficas: comparação entre estudantes brasileiros e espanhóis. In *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas, SP. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0570-1.pdf>
- Toulmin, S. E. (2006). *Os usos do argumento* (2a ed.). São Paulo, SP: Martins Fontes.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58. <https://doi.org/10.1007/bf03173684>

Recebido em: 07.09.2018

Aceito em: 11.07.2019