

TENSÕES VIVIDAS POR UMA PROFESSORA FRENTE A UMA QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA: ABERTURA ÉTICA DA VIDA *VERSUS* ACABAMENTO TEÓRICO ESCOLAR

TENSIONS EXPERIENCED BY A TEACHER FACING A SOCIO- SCIENTIFIC ISSUE: ETHICAL OPENNESS OF LIFE *VERSUS* THEORETICAL SCHOOL FINISH

Luis Gustavo D' Carlos Barbosa¹ 
Maria Emília Caixeta de Castro Lima² 
Andréa Horta Machado³ 

Resumo

O presente estudo de caso investigou a mediação do planejamento didático feito por uma professora de química do ensino médio para abordar o aquecimento global contextualizado como questão sociocientífica (QSC) controversa. Objetivou-se caracterizar a tensão da docente ao administrar sua intenção de possibilitar aos estudantes posicionamentos éticos diversos *versus* a necessidade imposta pela escola de dar acabamento ao fenômeno, visando didatizá-lo e avaliá-lo numa sequência de ensino. Como referencial teórico-metodológico do trabalho fora proposto aspectos da moral e linguagem em Mikhail Bakhtin, por abarcarem tais tensões como constitutivas do humano e possíveis de serem indiciadas nos discursos. Como resultados, notaram-se tensões explícitas em turnos únicos, ora assegurando que o aquecimento global teria o acabamento teórico mínimo frente às incertezas, ora assegurando que ofereceria a abertura ética mínima frente às certezas. Notou-se que a professora usa conhecimentos sobre natureza da ciência, linguagem e poder para provocar os estudantes a não paralisia em seus acabamentos teóricos. Embora as controvérsias da QSC tivesse sido planejadas como contexto, o objetivo de ensinar conteúdos conceituais e a tradição didática do que conta como “matéria”, reduziu as polêmicas epistêmicas a um pré-texto inicial para o ensino significativo. Avaliam-se cenários alternativos para as atividades de síntese da sequência, visando estimular a tomada de consciência sobre o teorismo e a emergência do pensamento participativo para se dizerem 1ª pessoa. Sugerem-se estudos que versem sobre as tensões investigadas em outras QSC e com outros públicos, além de recomendar o não acabamento das vozes dissonantes nas QSC controversas.

Palavras-chave: Controvérsias. Aquecimento global. Questões sociocientíficas. Bakhtin.

Abstract

This case study investigated the mediation of didactic planning by a high school chemistry teacher to address contextualized global warming as a controversial socio-scientific issue (SSI). The objective of this study was to characterize the teacher's tension in managing her intention to enable students to adopt different ethical positions *versus* the need imposed by the school to finish the phenomenon, in order to educate and evaluate it in a teaching sequence. As theoretical-methodological framework of the work, aspects of morality and language were proposed in Mikhail Bakhtin, because he includes such tensions as constitutive of the human and possible to be indicted in the speeches. As a result, explicit tensions were noted in single shifts, sometimes ensuring that global warming would have the minimum theoretical finish in the face of uncertainty, sometimes ensuring that it would offer minimal ethical openness in the face of certainty. It was noted that the teacher uses knowledge about the nature of science, language and power to provoke students to non-paralysis in their theoretical finishes. Although SSI controversies were planned as context, the goal of teaching conceptual content and the didactic tradition of what counts as “subject” has reduced epistemic polemics to an initial pre-text for teaching. Alternative scenarios for sequence synthesis activities are evaluated in order to stimulate awareness about theoricism and the emergence of participatory thinking. Studies are suggested that address the tensions investigated in other SSI and with other audiences, and recommend not finishing the dissonant voices in the controversial SSI.

Keywords: Controversies. Global warming. Socio-scientific issues. Bakhtin

¹ Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais.

² Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais.

³ Colégio Técnico. Universidade Federal de Minas Gerais.

Introdução

Recentemente tem-se acompanhado uma profusão de estudos sobre a inserção de Questões Sociocientíficas (QSC), geralmente controversas, nas aulas de ciências da natureza. Argumenta-se com frequência que tais questões possibilitam o desenvolvimento de práticas epistêmicas, seja por engajamento dos estudantes no discurso e argumentação (PENHA, 2012; SADLER; FOWLER, 2006), seja pelo exercício de raciocínios informais ou morais em tomadas de decisão (GUIMARÃES; CARVALHO; OLIVEIRA, 2010; SIMONNEAUX; SIMONNEAUX, 2009). São questões que possibilitam dar a conhecer a natureza da ciência, oportunizando a aprendizagem atitudinal dos estudantes em discussões envolvendo ciência, tecnologia, democracia, riscos e sociedade (CACHAPUZ, 2011; CHRISTENSEN; FENSHAM, 2012).

No que se refere especificamente aos desafios e dificuldades enfrentados por professores mediante a incorporação das QSC em suas aulas, documenta-se uma tendência na literatura em investigar fatores contextuais políticos ou curriculares por um lado, e as concepções dos docentes sobre ensino, aprendizagem, currículo e papel do professor, por outro. Pouco se tem publicado sobre uma terceira via possível: a mediação de materiais didáticos sob as tensões que o docente vivencia na administração dos desencontros entre contexto educacional e suas concepções pedagógicas.

No presente artigo, através de um estudo de caso, tem-se como objetivo caracterizar as tensões vivenciadas por uma professora entre sua intenção pessoal de possibilitar posicionamentos éticos diversos frente ao aquecimento global⁴ como tema controverso e a necessidade imposta pela escola de dar acabamento unívoco no mesmo, visando didatizá-lo e avaliá-lo numa sequência de ensino.

Para alcançar o objetivo proposto, perguntou-se: Que tensões entre a abertura ética e o acabamento teórico são explícitas no texto didático composto para a sequência de ensino e na vivência da mesma pelos sujeitos frente ao aquecimento global como uma QSC controversa? De que modos a professora, ao mediar a sequência de ensino planejada, lida com as tensões relativas ao movimento de multiplicar sentidos frente às compreensões e posicionamentos diversos acerca do aquecimento global por um lado, e ao movimento de contranger sentidos para dar acabamento didático escolar e ensinar conteúdos científicos por outro? As controvérsias sobre o aquecimento

⁴ Há alguns anos atrás, quando foi desenhada e vivenciada a sequência didática, circulava de forma mais perene e incisiva na grande mídia, vozes de cientistas que negavam a preponderância das causas antropogênicas a respeito do aquecimento global. Embora as controvérsias públicas sobre o tema tenham se deslocado predominantemente para as formas de mitigação e custos-benefícios do aquecimento antrópico, considera-se que o estudo de caso presente ofereça uma inteligibilidade sobre a natureza da abordagem de QSC em espaços escolares, sendo alguns resultados transponíveis para a abordagem de controvérsias presentes em outras QSC contemporâneas.

global foram verdadeiramente um contexto para ensinar ciências na sequência didática, como planejado pelos autores, ou apenas pré-texto ou pretexto para o mesmo objetivo?

Como referencial teórico-metodológico do trabalho, propõe-se a filosofia de Mikhail Bakhtin (2003, 2010) por abarcar tais tensões como constitutivas do sujeito humano e possível de serem indiciadas no discurso do mesmo. Para o filósofo, cada sujeito vive, por um lado, uma singularidade e abertura ética, fruto dos sentidos e pontos de vista multiplicados pelo devir da vida, e por outro, os constrangimentos do mundo da cultura, que nos convidam a dar acabamento ao que fazemos, a fechar ciclos e desempenhar performances.

Antes de apresentar os resultados porém, discorre-se sobre o que a literatura acorda enquanto desafios enfrentados por professores ao trabalharem com QSC em suas aulas, seguido de um maior aprofundamento sobre moral e natureza da linguagem em Bakhtin.

Professores e os desafios na abordagem de questões sociocientíficas em aulas de ciências

A literatura da educação em ciências, nos últimos quinze anos, tem relatado os professores da área e seus principais desafios na abordagem de questões sociocientíficas em duas dimensões predominantes. Ou o foco se dá sobre os contextos educacionais do exercício docente, como currículos oficiais, exames de ingresso em universidades, livros didáticos adotados; ou recai sobre as concepções docentes de currículo, ensino-aprendizagem e papel do professor.

Os contextos educacionais, primeira dimensão focalizada, ganham visibilidade em trabalhos como o de Soares *et al* (2013). Ao avaliarem o trabalho de professores brasileiros na abordagem de temas (controversos ou não), destacam duas dificuldades: quando e como usar o livro didático recebido nas escolas pelo PNL D federal, cuja estrutura textual é conceitual-linear; como distribuir pontos no sistema avaliativo escolar para atividades e organização curricular diversa da que estão acostumados. Ao se proporem à elaboração de textos e à produção de vídeos sobre QSC, os professores sofrem com a viabilidade de correção de tais atividades para turmas lotadas com mais de quarenta alunos, além de terem que lidar com a adoção institucional de provas de múltipla-escolha, as quais não favorecem a contemplação de linhas de pensamento diversas por parte dos estudantes.

Reis e Galvão (2005) acompanharam três jovens professores portugueses em exercício, e relataram as dificuldades impostas à abordagem de QSC na escola, como a grande extensão dos programas centrados na memorização, geralmente por estarem subordinados ao exame nacional português. Além disso, tais programas para ingresso universitário não incluem temas explicitamente controversos, o que gera dificuldades para alguns professores na identificação de tópicos que se

adequem ou permitam a realização de atividades de discussão, posicionamento ou tomada de decisão.

Bernardo (2013), ao acompanhar dois professores de física na abordagem da temática sobre “Ligações elétricas irregulares”, relatou que os docentes avaliavam-se a si mesmos como aprendizes no trabalho com a QSC, mas sentiam insegurança e incapacidade, além de perceberem certa desconfiança por parte da direção e colegas da escola. Também foi notável a sensação de “falta de tempo” para abordar a questão sob todos os ângulos desejados, além da suspeita sobre a legitimidade do resultado alcançado por não terem aplicado avaliações tradicionais. Esse último resultado foi indiciado em turnos como: “Mesmo sem a gente ter feito uma prova, acho que os alunos aprenderam!”.

As concepções docentes, segunda dimensão focalizada, aparecem com mais frequência e com análises mais profundas. Por exemplo, Reis e Galvão (2005), apesar de apontarem os contextos educacionais da prática docente como potenciais barreiras à abordagem de QSC, concluem, pelo o estudo de três casos, que o principal obstáculo ao trabalho com tais questões em sala de aula é a concepção de cada professor acerca do ensino, da aprendizagem e do currículo. A prática de uma das professoras pesquisadas foi marcada pelo objetivo que definiu para as suas aulas: reforçar os conhecimentos científicos dos seus alunos. Diferentemente, os outros dois professores parecem ter tido suas práticas influenciadas por outro objetivo educacional: ajudar os alunos a construir uma ideia mais realista do que é a ciência.

Os mesmos pesquisadores, Reis e Galvão (2008), ao estudarem desta vez duas professoras experientes lidando com temáticas controversas em biotecnologia, confirmaram que, assim como ocorre com os professores iniciantes, a prática de sala de aula é influenciada pelas concepções docentes. Nem sempre as opiniões favoráveis das professoras, relativo à realização de atividades com QSC, têm impacto nas práticas de sala de aula, seja pelos constrangimentos impostos pelo contexto educacional, seja pela própria falta de conhecimento didático do professor. Contudo, verificaram que uma das duas professoras, submetida aos mesmos constrangimentos da outra, devido as suas fortes convicções sobre a importância de uma abordagem explícita de aspectos processuais e epistemológicos da ciência, associadas à robustez do seu conhecimento didático, conseguiu resultados consideráveis. Sua visão flexível do currículo, como submetido aos objetivos de aprendizagem desejados e as particularidades dos contextos de trabalho, fora um fator decisivo na realização de atividades para discussão de questões sociocientíficas.

Silva e Krasilchik (2013), ao acompanharem estagiários de biologia em fase final de curso, concluíram que apesar dos licenciandos terem sensibilidade para os temas controversos, faltam-lhes estratégias de como abordá-los com seus alunos. Os licenciandos veem o professor, menos

como mediador da discussão e potenciais divergências, mais como expositor dos temas e dilemas. Para os pesquisadores é notável a intolerância dos licenciandos para com a incerteza e a falta de conclusão científica latentes numa QSC, já que devotam confiança no conhecimento conceitual para a “resolução” da controvérsia.

Há, contudo, um potencial para uma terceira dimensão apenas tangenciada na literatura: as estratégias e os recursos empenhados pelo professor na mediação das QSC, em meio aos constrangimentos e às aberturas possíveis do contexto educacional e das concepções trazidas pelo docente. Simonneaux e Legardez (2010) propõem um modelo teórico interessante ao chamar algumas QSC de questões socialmente agudas ou questões quentes. Essas, quando parecem ter sido encerradas, continuam de forma latente, podendo emergir reinflamadas a qualquer momento de períodos de esfriamento, já que correm paralelamente à vida social. Para os autores, algumas vezes tais temas escolarizados têm suas semelhanças ofuscadas em relação às questões sociais originais por causa da sua transformação em "neutros" tópicos escolares, quando submetidas a diversos processos didáticos. Neste sentido, é vital na abordagem das QSC a mediação do professor, pois centralmente é ele que irá ativar ("aquecer") ou neutralizar ("resfriar") a agudeza e vivacidade dos problemas, administrando-os dentro da dinâmica escolar.

É preciso conhecer em que sentidos a mediação do docente é vital, para assim, poder melhor fundamentar o desenho dos textos didáticos a serem usados na educação básica, no que se refere à linguagem, estética e à forma da abordagem presente nas atividades propostas aos estudantes. Esta pesquisa também se justifica socialmente, pois ao mapear a professora lidando com as tensões, oferecerá parâmetros para avaliação da eficácia de estratégias na formação de professores, no que diz respeito à natureza da ciência e à natureza da abordagem de QSC controversas em sala de aula.

Aspectos morais e linguísticos do sujeito em Bakhtin

Ao colocar as bases de sua tese em moral, Bakhtin (2010) descreve a vida humana em seu transcorrer aberto e imprevisível. Para ele, cada ação ou acontecimento possui caráter singular, único e irrepetível, pois encerra em si um espaço, um tempo e uma consciência concreta histórica que aprecia, acentua e compreende a partir deste lugar e de nenhum outro.

Disso decorre o caráter sempre inconcluso da vida na esfera da ética. No campo ético, algo está sempre por ser alcançado, escolhas estão sempre por serem reafirmadas ou refeitas, não há encerramento dos posicionamentos enquanto o sujeito vive, mas um contínuo “em sendo”, onde não há ponto de estagnação absoluta em sua constituição de sentidos, já que se refaz enquanto ser

humano a todo tempo na cadeia de comunicação histórica. Por isso dizemos que o sujeito é dotado de abertura ética.

Para o filósofo, esse sujeito, dotado de abertura, experimenta a partir da modernidade uma cisão entre o mundo da vida e o mundo da cultura. Esta ocorre porque cada pensamento do sujeito tem duas dimensões. Uma dimensão envolve o conteúdo-sentido, enquanto tema e o significado no contexto que se pensa. A outra dimensão envolve a historicidade concreta de realização do pensamento, enquanto lugar, tempo, entonação, relação com os outros. Embora inicialmente inseparáveis, especialmente na modernidade, em um ato de abstração, o conteúdo-sentido de determinado pensamento é cindido, separado do transcorrer da vida, da concretude histórica que lhe dá forma, constituindo-se pretensamente como juízo de validade universal. Esse resguarda uma certa conclusão, que embora provisória, não torna inadequado que seja chamado de acabamento. Por isso dizemos que o sujeito a todo tempo, é provocado pela realidade complexa a fazer um acabamento teórico⁵ do objeto sobre o qual pensa e contempla.

Para o filósofo, a abertura ética está claramente relacionada ao mundo da vida e o acabamento teórico ao mundo da cultura. Por que tal cisão é geradora de tensão? Por que frequentemente experimenta-se o *teoricismo*, ou seja, um reducionismo imposto à vida ética aberta, como se o acabamento teórico fosse a própria representação do mundo em sua totalidade. Tal distorção consiste numa necessária abstração do eu singular para fazer valer o pressuposto de que o mundo da cultura, das construções da consciência teórica, é o mundo todo, a totalidade da existência. O eu concreto, existencial, sente-se desnecessário ou “sem lugar”, portanto, cindido deste mundo da cultura teorizado.

Em tal mundo aparecemos determinados, predeterminados, prontos e acabados, fundamentalmente não viventes; nós nos retiramos da vida, concebida como devir - ato responsável, arriscado, aberto, para um existir teórico indiferente, por princípio concluso e completo (BAKHTIN, 2010, p.52).

Tal “existir indiferente” é claramente contraproducente aos valores da educação científica por meio das QSC, que sempre preconizam objetivos como criticidade, participação democrática e tomada de posição. A superação da divisão identificada por Bakhtin (2010) ocorre pelo ato responsável. Ato, neste sentido, é “dar um passo”, “tomar uma atitude” não apenas em ação-

⁵ O termo *acabamento* é adjetivado na obra de Bakhtin por *estético*, uma vez que se associa à atividade de contemplação estética. Nessa, o contemplante se coloca no lugar do autor empaticamente, e volta a seu lugar para, gozando de um excedente de visão, poder esboçar a totalidade de detalhes e sentido central da obra contemplada. Na sequência acompanhada, professora e estudantes vivenciaram vários *acabamentos estéticos* ao contemplarem opiniões de jornalistas, ambientalistas e cientistas em artigos, livros e filmes visitados. No presente trabalho, prefere-se o termo *acabamento teórico* à *acabamento estético*, pois apesar do primeiro geralmente se dar por acabamentos estéticos sucessivos, pode eventualmente ocorrer sem contemplação estética, enquanto conhecimento teórico, abstração. A cada momento das 10 aulas, professora e estudantes cunhavam um *acabamento teórico* provisório e atualizável sobre o aquecimento global.

movimento, mas também em pensamento, desejo ou fala. Um ato responsável é precisamente o ato baseado no reconhecimento da obrigatória singularidade do eu, de um não-álibi no existir, isto é, da inexistência de desculpas ou justificativas para não “assinar embaixo” do que se pensa e se faz, já que nenhum outro eu poderá fazê-lo. O filósofo analisa que tal agir vem acompanhado de um pensamento participativo, como uma atividade não indiferente, engajada e compromissada com o existir, dentro do qual a razão teórica é apenas uma parte. Pensar participativamente é deixar, como o próprio advérbio diz, que o eu participe como real centro de valoração da realidade.

Bakhtin (2003) desenvolve também uma teoria da enunciação. Ele propõe que, seja na abertura ética ou no acabamento teórico, o sujeito se dá a conhecer de modo privilegiado naquilo que diz ou escreve, uma vez que a linguagem o constitui, e é precisamente no discurso e pelo discurso que ele molda o mundo e a sua própria consciência. Assim, “todo enunciado, seja oral ou escrito, independente do campo de comunicação discursiva é individual, e por isso reflete a individualidade de quem fala” (BAKHTIN, 2003, p.265). Em outras palavras: o enunciado “carrega” o sujeito nele, revela-o.

O enunciado carrega também a expressividade ou entonação expressiva deste sujeito, sua relação subjetiva e emocionalmente valorativa com o objeto. É impossível um enunciado neutro, inexpressivo, ainda que tal característica se dê em diferenciados graus. Outro aspecto importante do enunciado é a sua historicidade. “Não há enunciado isolado, sem predecessor ou sucessor, mas todo enunciado é um elo na cadeia da comunicação discursiva” (BAKHTIN, 2003, p.272).

Para o filósofo, o significado de uma palavra possui um caráter abstraído do diálogo, pois palavra no léxico da língua não pertence a ninguém. Entretanto, todo significado tem uma potência de sentido. O sentido seria sempre personalista, já que nele há sempre uma pergunta, um apelo e uma antecipação da resposta. Assim, no sentido sempre há dois como mínimo dialógico (BAKHTIN, 2003, p.410). Atrelado à cadeia de enunciados subsiste uma cadeia de sentidos. Para Bakhtin (2003, p.381), “sentidos são respostas a perguntas, pois o que não responde a nada, não tem sentido para nós”. Os sujeitos vivem um ciclo de perguntas e respostas, onde toda resposta gera necessariamente uma nova pergunta.

Considerações teórico-metodológicas

O contexto do presente estudo empírico é a elaboração e vivência de uma sequência didática intitulada “Aquecimento global: um tema controverso”. As atividades propostas na sequência de ensino foram vivenciadas em dez encontros de cem minutos cada, em uma turma de

35 alunos, no 1º ano do ensino profissional de nível médio, na disciplina de química de uma escola pública federal. Trata-se de um estudo de caso.

Segundo Yin (2001), diferente da pesquisa experimental, em que o fenômeno é distinguível de seu contexto, no Estudo de Caso, fenômeno e contexto nem sempre estão discerníveis dentro do *corpus* de dados em análise. Neste método se quer, deliberadamente, lidar com condições contextuais por acreditar que elas são pertinentes ao fenômeno investigado. Além disso, o pesquisador, ao invés de tentar controlar a coleta de dados, entra no mundo do indivíduo, observando a atividade da vida real, o que não significa menor rigor científico. O Estudo de Caso não é uma forma de coletar evidências, mas uma possibilidade de aprofundamento e compreensão do objeto de estudo, de forma intensiva, em contexto específico.

Pretendeu-se no presente trabalho “retratar o idiossincrático e particular como legítimos em si mesmos” (DE ANDRÉ, 2013, p.52). Por isso, a interpretação das tensões na mediação da professora fora especialmente cuidadosa com os elementos contextuais, para não separar o que fora dito do modo como fora dito. A ênfase na singularidade justificam a adequação do Estudo de Caso à visão de sujeito em Bakhtin, que vive a unicidade no tempo e espaço sem ter alibi para recusar colocar sua assinatura naquilo que pensa, expressa ou age.

A professora, no momento da pesquisa, era doutora em educação / ensino de química, tinha experiência de 20 anos como docente licenciada e estava há 15 anos como efetiva na escola. As aulas ministradas por ela constituíam-se, já há muitos anos, espaço privilegiado para pesquisa e estágios de observação e docência, fato que minimizou possíveis constrangimentos aos participantes. Os estudantes tiveram suas identidades resguardadas pela adoção de nomes fictícios.

O conjunto de informações⁶ a partir dos quais os dados foram construídos foi obtido a partir de uma entrevista semi-estruturada à professora e aos outros dois autores, após a elaboração da sequência didática, e a partir dos registros escritos, filmagens e áudios de discussões em pequenos grupos sobre as atividades vivenciadas ao longo da sequência.

Mediante o extenso *corpus* de dados, tal como Bakhtin (2003) propõe, assumiu-se a enunciação, como unidade de análise, interpretando os enunciados não apenas na perspectiva de quem o produz, mas também na perspectiva do interlocutor.

O procedimento metodológico, para realizar as análises de forma coerente com este referencial, consistiu numa penetração sobre os sentidos emergentes nas cadeias de enunciação. Na prática, propôs-se uma interpretação possível a sentidos presentes nos enunciados que se considerou como pistas, indícios da compreensão ou posicionamento manifestado pelos falantes.

⁶ A obtenção das informações a partir das quais os dados analisados foram construídos foi planejada de acordo com as normas do Comitê de Ética para a pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CoEP) e aprovada pelo mesmo órgão. Por exemplo, os nomes dos participantes trazidos nos resultados são fictícios.

Supôs-se ter identificado a presença de ecos das vozes de colegas estudantes, da professora, de cientistas ou jornalistas lidos, seja no que se refere ao tema, à expressividade ou ao componente ideológico, considerando não apenas o enunciado em questão, mas a cadeia de enunciados predecessores ou sucessores que se desenrolou ao redor dele. Em outras palavras,

[...] trata-se de considerar um indício ou sinal para formular uma hipótese com o qual se constrói um sentido provisório. A hipótese formulada permite encontrar outros indícios (no mesmo texto ou textos correlatos) com que se confirma o sentido provisório construído ou se abandona este sentido por outro mais adequado agora baseado nos novos indícios que darão ao primeiro sentido também outro sentido (GERALDI, 2012, p.35).

Coerentemente com esta metodologia, os sujeitos receberam um tratamento histórico, no qual a análise sequencial e narrativa das aulas, trabalhada em sua totalidade em Barbosa (2015), foi condição *sine qua non* para compreender de que forma tais sujeitos foram se constituindo nos discursos e constituindo suas escolhas, posicionamentos e ações.

Para uma discussão longitudinal que englobe sentidos produzidos ao longo de dez aulas ou 1000 minutos, optou-se por destacar apenas alguns enunciados isolados, embora se assegure que foram analisados contextualmente em suas cadeias originais de enunciações e sentidos.

Resultados

A composição do texto e atividades da sequência didática intitulada “Aquecimento global: um tema controverso” foi realizada por três professores: um físico e duas químicas, sendo uma delas, a própria professora que viria a ministrar a sequência. O físico e a química, professores universitários e pesquisadores em ensino de ciências, liam e escreviam há alguns anos sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade no currículo, bem como se interessavam pela abordagem curricular temática como alternativa à abordagem tradicional organizada por conceitos. Encontravam-se provocados pela oportunidade que o aquecimento global oferecia às aulas de ciências nas duas frentes de interesse, uma vez que o tema mobilizava, naquele momento, afetos e argumentos apaixonados na sociedade, pela sua grande repercussão midiática.

A professora da educação básica, entrou na elaboração da sequência como parceira para potenciais pesquisas futuras e, segundo suas próprias palavras, estava “sem referências e querendo fazer uma coisa nova”, e aos poucos foi “inteirando-se mais sobre o assunto”. Não apresentava, pois, uma afinidade *a priori* em relação a nenhuma das posições acerca das controvérsias sobre as causas do aquecimento global.

A apresentação da controvérsia no texto didático, planejada para as aulas 1 e 2 da sequência, considerava dois polos: aquecimento global preponderantemente antropogênico (segundo as conclusões do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas⁷) *versus* aquecimento global oriundo de outros fatores ou cujo peso antropogênico não é conclusivo. Os autores, no texto inicial de apresentação da celeuma, traçaram o objetivo explícito de “apresentar conceitos e modelos científicos para que o estudante possa compreender alguns dos argumentos apresentados pelos dois lados da controvérsia. Apesar da proposta de equilíbrio, os chamados pontos de vista conflitantes” (à conclusão do IPCC) foram apresentados em um quadro de meia página. Quadros na tradição da abordagem CTS são tratados como enxertos (GARCÍA; CERREZO; LUJÁN, 1996), isto é, algo adicional, complementar, quando não dispensável.

Após a problematização e contextualização inicial no texto didático, o planejamento propôs entre as aulas 3 e 7, como desenvolvimento do tema, os modelos e conceitos que ajudam a interpretar e compreender o ponto de vista do IPCC: temperatura média da Terra, ondas eletromagnéticas, balanço energético da Terra, gases-estufa e ciclo do carbono. Estas escolhas foram justificadas pelos autores por possuírem caráter mais didatizável em seus constructos teóricos, já consolidados na tradição escolar, e aculturados nos materiais pedagógicos desde a década de 90. Além disso, todos esses conceitos e modelos participam da explicação do efeito estufa e de sua intensificação como principal causa do aquecimento global.

Por fim, na aula 8, momento de síntese ou aplicação do conhecimento adquirido, retornariam às controvérsias sobre as causas do aquecimento global, através de um exercício atitudinal de posicionamento: escrita de uma autocrítica e uma carta ao editor da revista responsável pela publicação do artigo individualmente lido e debatido nas aulas 1 e 2. Naturalmente, os autores esperavam que os estudantes embasassem seus posicionamentos nos conceitos e modelos físicos e químicos estudados na fase intermediária da sequência.

Caracterizado o que fora planejado pelos autores, apresenta-se abaixo no Quadro 1 a sequência didática vivenciada na prática pela professora, em ordem cronológica das ações ocorridas em cada aula.

⁷ Mais conhecido pela sigla IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change* em inglês. Trata-se de uma organização científico-política, criada em 1988 no âmbito da ONU, para monitorar, sintetizar e divulgar resultados de pesquisas sobre o clima. O 4º relatório em 2007 e 5º em 2013 apontam como muito prováveis a veracidade das teses de que o clima global está esquentando e de que as ações humanas são as causas preponderantes disso.

Quadro 1 - Sequência de ensino vivenciada na prática

Aulas	Vivências da sequência de ensino “O aquecimento global: um tema controverso”
1	1) Discussão e elaboração de uma síntese escrita em pequenos grupos sobre o que sabiam e o que gostariam de saber sobre aquecimento global e efeito estufa. 2) Plenária dos grupos concomitantemente ao registro das respostas feito pela professora no quadro.
2	1) Leitura individual e em pequenos grupos de um artigo jornalístico. Identificação das ideias centrais e dos argumentos apresentados no texto. 2) Plenária sobre as impressões, ideias, dissonâncias, sentidos e estranhamentos produzidos pelos estudantes. 3) Leitura em voz alta do texto intitulado “Atividade 2 - Aquecimento global: um tema polêmico”.
3	1) Discussão com toda a turma sobre a atividade de irradiação desigual nos hemisférios terrestres e conceito de temperatura média do planeta. 2) Leitura em voz alta do quadro intitulado “A polêmica por trás dessa questão: Como explicar as variações de temperatura média global?” 3) Demonstração de simulações computacionais sobre modelos do clima global. 4) Exposição dialogada sobre ondas eletromagnéticas. Coleta de diversas temperaturas de objetos dentro da sala e no estacionamento da escola.
4	1) Leitura em voz alta e explanação sobre o conceito de balanço energético terrestre. 2) Discussão em grupos do experimento de Herschel e os raios infravermelhos. 3) Exibição do vídeo <i>Infrared more than your eyes can see</i> que apresenta a radiação infravermelha. 4) Plenária sobre o vídeo exibido.
5	1) Exibição do filme “Mudanças no clima, mudanças de vida”, produzido pela organização não-governamental <i>Greenpeace</i> sobre efeitos do aquecimento global no Brasil. 2) Plenária sobre as ideias, argumentos, intencionalidades presentes no filme.
6	1) Revisão dialogada sobre radiação infravermelha e espectro eletromagnético 2) Realização de atividade de caráter investigativo sobre ressonância em anéis de acetato e haste presa a bolinhas de borracha e tênis. 3) Exibição e discussão de um pequeno vídeo sobre a Ponte de Tacoma. 4) Leitura em voz alta do texto “Um modelo para as interações entre o CO ₂ e a radiação infravermelha”.
7	1) Revisão dialogada sobre os conceitos trabalhados nas seis primeiras aulas. 2) Leitura em voz alta do texto “Gases-estufa”. 3) Exibição do vídeo “Química da atmosfera” produzido pela revista “Química Nova na Escola”, pertencente à SBQ – Sociedade Brasileira de Química. 4) Plenária sobre as ideias, argumentos e intencionalidades presentes no filme.
8	1) Revisão dialogada sobre o que aprenderam antes das férias de julho (nas sete primeiras aulas) sobre efeito estufa e aquecimento global. 2) Leitura e comentários em voz alta, pela professora, de um trecho do livro <i>O ambientalista cético</i> de Bjorn Lomborg (2002) sobre as mortes dos ursos polares. 3) Trabalho em grupos sobre pertinência e eficácia das “Ações de proteção do homem sobre o ambiente”, ações de países frente ao agravamento da crise ambiental.
9	Plenária final de apresentação das “Ações de proteção do homem sobre o ambiente”.
10	Avaliação individual escrita sobre efeito estufa e aquecimento global.
Para casa: Escrita individual de uma carta ao editor da revista que publicou o artigo lido nas aulas 1 e 2 se posicionando e revisando as ideias iniciais.	

Fonte: Arquivos pessoais dos pesquisadores. Publicado em Barbosa (2015).

Os resultados da sequência vivenciada na prática são discutidos abaixo em três pequenas seções que respondem às três perguntas-problema que orientaram o trabalho.

A. As tensões entre a abertura ética e o acabamento teórico

A proposta de vivenciar uma abordagem temática provavelmente não estava aculturada ao cotidiano dos estudantes, pois já nas aulas 1 e 2, de introdução à controvérsia, a professora precisou tranquilizá-los quando compareceram os primeiros elementos de incertezas relacionadas às ciências climáticas. Precisou garanti-los que, apesar da “estranha” abertura de sentidos que se configurava, seria preservado o “pacto” escolar pelo acabamento teórico. O desconforto vivenciado pelos estudantes fora sinalizado, por exemplo, na plenária sobre os artigos de opinião (Aula 2). Messias reclamou sobre o artigo lido: “E não dá muito certo, fica uma coisa, tipo assim, diferente. A gente precisa chegar num acordo o quê que é verdade, o quê que é mentira!” A “coisa diferente” é o incômodo que Messias pareceu sentir, algo pareceu estar “errado” com o ordenamento da realidade a que estava acostumado. Também Carmem pareceu fazer esta experiência quando se referiu à recepção da controvérsia pelo grupo: “a gente ficou meio assim sem saber como se posicionar, por não ter embasamento!” A garantia pela “ordem” precisou ser reafirmada pela professora na véspera da prova (aula 9): “o aquecimento global é uma matéria como qualquer outra!” Isto foi frisado para toda a classe, após a professora ser procurada em particular por uma das alunas mais participantes do debate sobre as controvérsias: “Muito legal toda a discussão sobre o aquecimento global professora! Mas que posição a senhora vai querer que apresentemos na prova?”

Tatiane, durante a leitura coletiva do texto introdutório “Aquecimento global como tema controverso” (aula 2), ao contrário de Carmem e Messias, reclamou do constrangimento de sentidos proposto pela professora na eleição da linha do *IPCC* como a linha de trabalho da sequência: “a linha do IPCC não está dizendo o que tá acontecendo de verdade!” A professora retrucou: “quem é que está dizendo que está acontecendo de verdade?” Respondeu alertando que a classe não caminharia sobre o solo do acabamento teórico apenas, mas um pé seria mantido no chão da abertura ética.

Na aula 3, Nara e Carmem, possivelmente inspiradas pelos artigos jornalísticos lidos nas duas primeiras aulas, questionaram as dificuldades operacionais de se considerar plausível o conceito de temperatura média global. Na resposta da professora, abertura ética e acabamento teórico convivem em duas orações, numa mesma sentença e mesmo enunciado: “Então isso é um ponto que gera polêmica, mas os dados do IPCC são baseados neste dado de temperatura média! É um ponto de partida para a questão do aquecimento global”. Novamente em um único turno, no fim da aula 7 é sinalizada esta tensão entre delimitação e abertura: “Nós vamos encerrar este assunto na primeira semana de aula! Na verdade, daria para encerrar agora. Nós já vamos (de certo modo) encerrar agora”. Coexistem nela a tensão de duas assertivas opostas: acabamos a matéria

(necessidade de dar acabamento teórico que é próprio da escola) e não acabamos a matéria (condição da vida humana, ética e aberta). A condução disciplinar exigia-lhe o acabamento, já que em breve os alunos fariam uma avaliação escrita sobre o tema. Entretanto, a professora esperava pela vivência das “Ações de proteção do homem sobre o ambiente”, inserida nas aulas 8 e 9 após as férias, que embora não fossem “matéria nova”, seriam importantes para o exercício argumentativo dos estudantes, tomadas de posição e decisão.

B. A mediação da professora para lidar com as tensões

Diferentemente dos outros dois autores, a professora regente da sequência foi autora “duas vezes”. Produziu um novo texto ao reger as atividades planejadas por dois motivos. Primeiro porque no âmbito da ética, como sujeito sempre aberto a reafirmar ou mudar posicionamentos, já era outra quando ministrou as aulas, diferente de quando escolheu ou referendou escolhas para o texto didático. Pôde, pois, colocar-se diferente, modificar suas ponderações sobre o problema. Segundo porque no âmbito do acabamento, ainda que suas preferências e escolhas tenham sido equilibradas ou abrandadas na negociação com os outros dois, suas palavras próprias sublinhou com mais força sua autoria: ela marcou leituras com sua entonação, enfatizou e interpretou. Escolheu gastar mais tempo com determinada atividade, menos com outra, recomendou uma terceira como complementar para casa. Inseriu vídeos que encontrou durante a sequência em andamento, como por exemplo, o *Infrared – more than your eyes can see* na aula 4 e o “Mudança de clima, mudança de vida”, produzido pela ONG *Greenpeace*, na aula 5. Foi decisão dela prolongar a sequência além das sete aulas inicialmente planejadas, inserindo as “Ações de proteção do homem sobre o ambiente” nas aulas 8 e 9, ao invés de trabalhar com o texto sobre ciclo do carbono, já impresso e à mão para uso dos alunos.

Nas aulas 2, 5 e 7 a professora mediou a interpretação por parte dos estudantes das ideias e posicionamentos de cientistas, ambientalistas e jornalistas. Fora recorrente o pedido feito por ela de que os estudantes explicitassem quem estava falando, de que lugar/formação a pessoa falava e a que público falava. No início da aula 8, escolheu ler um texto do cético Lomborg (2002) sobre a morte dos ursos polares para dar, segundo ela, “uma fechada nesta ideia que temos que ter cuidado sobre as informações que são veiculadas, já que os argumentos são construídos destacando os dados que interessam”. Esse exercício de formação discursiva crítica, oportunizado aos estudantes, caracterizou claramente um objetivo de ensino implícito no texto didático, mas explícito pela professora enquanto concepção pessoal influenciada pelos estudos bakhtinianos sobre linguagem

no doutorado em educação. Tais escolhas por parte da docente podem ser lidas como uma estratégia para fortalecimento do polo da abertura ética frente à QSC em estudo.

A professora abriu espaço para que pudesse vir à tona as relações entre mídia, política e ciência nas aulas 2 e 5. Embora a atividade 2 do texto didático já trouxesse uma discussão sobre polêmicas envolvidas na consideração de uma temperatura média global, a mediação da professora acrescentou outros elementos importantes sobre a natureza da ciência, não explícitos no texto didático, como a discussão de ser constitutivo da ciência trabalhar com modelos, a natureza da elaboração de argumentos e a não neutralidade na seleção de dados pelo observador.

A crítica exercitada por estudantes e professora após o filme do *Greenpeace* (aula 5) focou-se mais no uso político e midiático dos resultados científicos, não mais penetrando ao nível epistêmico das aulas 2 e 3, quando se discutia se era possível falar em aquecimento global antropogênico ou não. Frisa-se assim, que embora a professora tenha conduzido ações no polo da abertura ética sobre autoria, intencionalidade discursiva e natureza da ciência, já o fazia sobre a “plataforma” bem acabada teoricamente das conclusões do IPCC. É como se no meio da sequência, o plano das controvérsias sobre o aquecimento global tivesse sido deslocado pela professora das causas do fenômeno para a interpretação das possíveis consequências e formas de mitigação. Isto é corroborado pela apreciação que a docente faz na aula 7 do documentário “Química da atmosfera”, produzido pela Sociedade Brasileira de Química: “didático e interessado em fazer algo informativo”, contrastando com o rótulo de “emocional” conferido por ela à produção do *Greenpeace*. É como se dissesse “aqui há mais ciência e menos política e mídia!”.

Por fim, das três lições apresentadas pelo céptico Lomborg (2002) no livro lido pela professora durante as férias (entre as aulas 7 e 8), outra seleção feita pela docente para lidar com a tensão abertura-acabamento: omitiu a lição proposta pelo autor de que “o foco da agenda ambiental se estabeleceu erroneamente sobre a redução de CO₂ e não sobre a melhoria das condições e qualidade de vida humana.” Compreensível, afinal como pôr em cheque as conclusões do IPCC, se as sete aulas anteriores às férias sedimentaram o modelo do efeito estufa e sua intensificação, e as “Ações de proteção do homem sobre o ambiente” que a turma iniciaria logo em seguida, estavam estruturadas considerando tal pressuposto? Por fim, conclui-se que só foi possível para a professora dar acabamento ao que ainda estava aberto, recolhendo seu eu aberto e vivente no mundo ético à dimensão privada, sob o jugo da imponente construção do mundo teórico na dimensão pública da sala de aula, já adiantada e visível após 7 aulas. Confirmou-se, assim, a presença do teorismo diagnosticado por Bakhtin (2010).

C. Aquecimento global: contexto, pré-texto ou pretexto para ensinar ciências?

Quando se olha retrospectivamente a partir da prova para as aulas precedentes, percebe-se que a professora, apesar das inserções de vídeos, supressão de texto, alongamento da sequência, seguiu a trilha traçada junto aos outros dois autores, a de desenvolver a mecânica do efeito estufa e o aquecimento global como agravamento deste efeito. Isso foi evidenciado pela prova individual escrito, não prevista no planejamento inicial, ter avaliado somente mecanismos interiores ao modelo do efeito estufa, com exceção de uma afirmativa a ser julgada verdadeira ou falsa, que versava sobre a exclusividade do efeito estufa na explicação das causas do aquecimento global. Também foi indiciado pelo deslocamento da atividade final “Escrita da carta ao editor” de síntese oficial da sequência para tarefa doméstica após a prova, pois seguramente a atividade exigiria revisitar as teses diferentes das conclusões do IPCC.

As controvérsias, como já indiciado no texto das atividades didáticas, mas principalmente nas análises da vivência das mesmas, não constituíram propriamente o contexto prometido no texto introdutório pelos autores. No início da aula 8, após as férias, a professora exclamou: “Nós já vimos até aqui, então, esse mecanismo do efeito estufa. Discutimos também algumas polêmicas... lembram?!” Logo, as polêmicas não são o tema em si, são um “adicional” se olhadas retrospectivamente, ou um pré-texto se vistas na direção da seta do tempo, a partir da primeira aula.

Como já exposto acima, a mediação da professora permitiu e até incentivou que emergissem controvérsias sobre o uso midiático e político das pesquisas sobre aquecimento global (aula 5) e controvérsias sobre a melhor forma de mitigar o aquecimento global fruto das atividades antrópicas (aula 8 e 9). Contudo, encerrada a plenária sobre os posicionamentos diferenciados expressos por meio dos artigos jornalísticos na aula 2, as controvérsias sobre a existência do aquecimento global e suas causas não tiveram um lugar oficial.

Veza ou outra, entre vivências pedagógicas, tais controvérsias mais epistêmicas foram citadas, mas sem serem incorporadas ao desenrolar do planejamento prometido na linha do IPCC. Tal condução em prol do acabamento teórico exigido pela cultura escolar, não tornou a tentativa de contextualização um simples pretexto por parte da professora, já que ela demonstrou continuar ao longo da sequência em exercício de compreensão, cotejamento de dúvidas e deslocamento de posicionamento sobre a ênfase inicial dada à QSC. Isso é evidenciado na recomendação da professora aos estudantes para assistirem ao cético filme “Uma mentira conveniente” no *YouTube*, em conversa informal enquanto preparava o *data show* na aula 7, e na leitura pessoal que escolheu fazer de O ambientalista cético nas férias, entre a aula 7 e 8.

Um pretexto não mobilizaria o eu aberto da professora, que partiu do reticente acabamento teórico de que “talvez haja mais controvérsias que consensos sobre o aquecimento global” (aula 1), flertou com céticos “bacanas” como Rui Moura (aula 2) e se deixou encantar por seus argumentos,

mas sentiu-se persuadida por vozes defensoras das conclusões do IPCC, pessoas prestigiadas na comunidade científica, que ela conhecia pelo nome (aula 5). Foi ponderativa ao reconhecer que “tem este lado” dos interesses políticos e financeiros sobre as mudanças climáticas como a “jogada dos créditos de carbono” (aula 2), mas pediu aos estudantes para serem cuidadosos “onde as coisas não estão muito claras, onde tem muitos pontos de vista”, no sentido de não se apressarem para dar um acabamento teórico pessoal muito fechado, definitivo, sob o risco de “paralisia” (aula 8). Sentiu-se incomodada com a negação do aquecimento global, carregou na dramaticidade do receio de que este acabamento pudesse gerar concessões para “poluir à vontade, como botar fogo na Amazônia, já que não acontece nada” (aula 2). Pareceu querer resguardar um tom mais precavido em relação à pegada humana sobre o meio ambiente. Contudo, não se comprometeu em dizer que “o aquecimento global está acontecendo de verdade”, apesar do acabamento teórico oficialmente conferido pelos textos e atividades proposta na sequência afirmar categoricamente o contrário. Em resumo, a professora não foi apenas fiel à linha proposta no texto introdutório de “não tomar partido de nenhum dos lados da controvérsia”. Ela, a partir de seu lugar único e aberto no mundo ético, não tomou partido por que estava em dúvida, uma dúvida responsável e ativa, além de ponderativa em nuances diversas, tal como fora apresentado.

Considerações finais

Em meio às inúmeras propostas didáticas e pesquisas sobre os desafios enfrentados por professores ao abordarem QSC em suas aulas de ciências, elegeu-se neste trabalho investigar a mediação de materiais didáticos sob as tensões que o docente vivencia na administração dos desencontros entre o contexto educacional e suas concepções pedagógicas. Para tal, buscou-se caracterizar as tensões vivenciadas por uma professora entre sua intenção de possibilitar posicionamentos éticos diversos frente ao aquecimento global como tema controverso e a necessidade imposta pela escola de dar acabamento unívoco no mesmo, visando didatizá-lo e avaliá-lo numa sequência de ensino.

As tensões entre a abertura ética e o acabamento teórico vividas pelos sujeitos ficaram explícitas linguisticamente em turnos únicos através da multiplicação e redução de sentidos. Para a maioria dos alunos, a professora precisa assegurar que o aquecimento global é matéria como as outras e que terá o acabamento teórico necessário para apaziguar o desconforto e a sensação de desordem trazida pelas controvérsias. Para uma minoria dos alunos, a docente precisa assegurar que o aquecimento global não é matéria acabada como as outras e que será dada a abertura ética necessária para apaziguar a desconfiança na trilha de explicação “pronta” do IPCC.

A professora, ao mediar a sequência de ensino planejada, lida com as tensões através de algumas estratégias, consciente ou tacitamente. Usa dos seus conhecimentos sobre linguagem na constituição do sujeito, discurso e poder, bem como problematiza intencionalmente os recursos da construção da ciência para poder provocar os estudantes a não paralisar em seus acabamentos teóricos, a manterem a abertura ética através do exercício da crítica e da dúvida. É importante frisar, contudo, que a docente redirecionou suas provocações à medida que a sequência avançava, das controvérsias sobre as causas do aquecimento global – mais epistêmicas e pouco propícias ao acabamento escolar – para as controvérsias sobre usos políticos, midiáticos e formas de mitigação do fenômeno climático. Este movimento foi analisado mais detidamente em Barbosa, Lima e Machado (2018). Ajustes, seleção de apenas trecho de um livro “cético”, supressão da atividade final, foram medidas necessárias para manter um acabamento teórico mínimo que permitisse o ensino de conceitos e modelos científicos a partir das conclusões do IPCC.

A professora estudada no presente caso, fez valer a experiência de vinte anos de docência em química, bem como sua formação em estudos da linguagem para mediar a QSC sob a tensão abertura-acabamento. Desta forma, os resultados encontrados foram coerentes com as conclusões de Reis e Galvão (2005; 2008), Silva e Krasilchik (2013). De fato, na superação dos desafios de se abordar QSC em aulas de ciências, pesam as concepções docentes, a intencionalidade do docente ensinar sobre a natureza da ciência, sua visão de currículo como algo flexível e submetido aos objetivos educacionais, a robustez e versatilidade de seu conhecimento didático.

Embora as controvérsias sobre o aquecimento global tivessem sido planejadas como contexto, no sentido de perpassar toda a sequência e oferecer aportes para posicionamentos pessoais mais elaborados ao final da sequência, o objetivo de ensinar conteúdos conceituais e possivelmente a tradição escolar do que conta como “matéria”, reduziu as polêmicas epistêmicas a um pré-texto inicial para ensinar os conteúdos de forma mais significativa. Acabou ocorrendo a neutralização e o ofuscamento na didatização desta questão, risco alertado por Simonneaux e Legardez (2010). Esta realidade foi condizente com os trabalhos de Soares e outros (2013), Reis e Galvão (2005), Bernardo (2013), que demonstraram em suas pesquisas que o denso currículo oficial, o material didático adotado e as formas de avaliação convencional constituem desafios à abordagem das QSC.

Mas seria possível oferecer QSC controversas como verdadeiros contextos de ensino de ciências? Provavelmente sim. É necessário, entretanto, possibilitar uma tomada de consciência por parte dos docentes da tensão abertura-acabamento como constitutiva e insolúvel. Só a partir deste passo podem negociar limites do espaço-tempo escolar para problematizarem o teorismo, irrompendo com mais frequência o exercício de atos responsáveis no plano oficial e público das

aulas de ciências, e não apenas na investigação pessoal recolhida ao plano privado, como parece ter ocorrido com a professora. Por exemplo, na sequência analisada, se a lição de Lomborg (2002) não lida aos estudantes pela professora na aula 8, sobre “desfocalizar a redução da emissão de gases estufa para centralizar na melhoria da qualidade de vida humana e do meio ambiente”, fosse proposta como atividade, permitiria outros planos éticos de posicionamento e ação. Em um exercício hipotético proposto aos estudantes entre investir uma fatia percentual de recursos do pré-sal brasileiro em mitigação do aquecimento global antropogênico pela redução da emissão de CO₂ ou investir em mitigação de problemas climáticos não controversos como ilhas de calor e inversões térmicas, poderia evocar nos sujeitos o pensamento participativo ao exigir deles que ponderassem a contundência da versão explicativa apresentada pelo IPCC. A própria atividade final planejada na sequência sobre escrever uma carta aos editores das revistas que continham os artigos lidos, caso tivesse sido tratada centralmente nas aulas 8 e 9, teria trazido outros sentidos a campo, podendo permitir o ressurgimento de argumentações “céticas”. Enfim, ao dar acabamento às aulas finais, se a professora tivesse mantido a referência “este é o aquecimento global segundo o IPCC”, já daria mais liberdade aos estudantes frente às interpretações do fenômeno. Não haveria impedimento em recomendar uma das versões, por razões didáticas justas, como a versão que “cai na prova”. Outras formas de irromper os atos responsáveis dos sujeitos em aulas de ciências foram analisadas em Barbosa, Lima e Machado (2019). Nesse trabalho, recomendou-se mais aulas que proporcionem aos educandos se dizerem em 1ª pessoa, supondo o mínimo de dois centros de valores em alteridade, como o cotejamento de textos de opinião, críticas de obras, debates simulados ou *role playings*.

Como implicações futuras, é desejável estudos que versem sobre a tensão abertura-acabamento em QSC de diferentes naturezas, com diferentes públicos participantes. Seria oportuno também, estudar professores e adolescentes lidando com questões controversas com causas e consequências locais imediatas no contexto da escola ou da cidade, menos “globais” e dependentes de agentes políticos “poderosos” como o aquecimento da Terra. Outra linha de estudo possível seria identificar de que modos e em que condições o pensamento participativo emerge entre os sujeitos em sala de aula nas diversas práticas dialógicas sugeridas no parágrafo anterior. Por fim, avalia-se que estudos relacionados ao presente trabalho podem ser potencializados se cotejados com estudos sobre concepções críticas do currículo. O questionamento da concepção persistente, perigosa e equivocada de conhecimento como um produto neutro no campo educacional pode inspirar o uso de QSC como vias para formação de professores numa concepção curricular crítica, em que vozes dissonantes do currículo prescrito e acabado passem a ser ouvidas.

Uma generalização possível a partir deste estudo de caso é o prejuízo pedagógico trazido por se dar acabamento às vozes dissonantes nas controvérsias. É preciso deixar o outro, professor ou estudante, ser um outro ético, sujeito aberto, como de fato é. Emoldurar nas diversas QSC, dissonâncias ditas por uma minoria de especialistas, além de privar cidadãos não-cientistas de pensarem a realidade epistemológica e política que de fato vivem, equivale a tratar os contextos presentes, éticos e abertos da ciência em construção da mesma forma que se trata os contextos históricos da ciência consolidada.

As controvérsias presentes nas QSC são instâncias onde mundo da vida e mundo teórico, embora cindidos, podem se tocar por meio de delicadas pontes. Os cientistas, guardiães do mundo teórico, ainda não estabilizaram oficialmente ideias, conceitos, palavras, signos da ciência. Estando em constituição, a secção entre o conteúdo–sentido do pensamento científico e suas condições histórico-sociais de produção ainda não se deram completamente. Mais que isso, as controvérsias parecem tornar visíveis este processo de corte, dando visibilidade aos sujeitos sendo no mundo ético, sejam eles cientistas, ambientalistas, políticos, jornalistas, sejam eles professores ou estudantes.

Referências

- BAKHTIN, M.M. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 476p.
- BAKHTIN, M.M. **Para uma filosofia do ato**. São Carlos: Pedro e João editores, 2010. 158p.
- BARBOSA, L.G.D'C. **Circulação de sentidos e posicionamentos dos sujeitos na abordagem do aquecimento global como tema controverso: um olhar bakhtiniano**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- BARBOSA, L.G.D'C.; LIMA, M.E.C.C.; MACHADO, A.H. Ciência, Política e Mídia na perspectiva centrada no esclarecimento: a sociologia de Alan Irwin em diálogo com a educação em ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 79-94, 2018.
- BARBOSA, L.G.D'C.; LIMA, M.E.C.C.; MACHADO, A.H. Controvérsias sobre o aquecimento global e ato responsável: uma categoria bakhtiniana para ajudar a pensar questões sociocientíficas em aulas de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 181-204, 2019
- BERNARDO, J. R. R. Limites e possibilidades para a abordagem de questões sociocientíficas na visão do professor de física da educação básica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Girona, n. Extra, p. 376-380, set. 2013.
- CACHAPUZ, A. Tecnociência, poder e democracia. In: SANTOS, W. E AULER, D. (orgs.) **CTS e Educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2011, p. 21-47.
- CHRISTENSEN, C.K.; FENSHAM, P.J. Risk, uncertainty and complexity in science education. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. G.; MCROBBIE, C. J. (orgs.) **Second International Handbook of Science Education**. Londres: Springer, 2012, p.751-769.

DE ANDRÉ, M. E. D. A. Estudo de caso: seu potencial na educação. **Cadernos de pesquisa da Fundação Carlos Chagas**, São Paulo, n. 49, p. 51-54, 2013.

GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LUJÁN, J. L. **Ciência, tecnologia y sociedade: Uma introducción al estudio social de la ciencia y La tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.

GERALDI, J.W. Heterocientificidade nos estudos linguísticos. In: **GEGE – Grupo de estudos de gêneros: Palavras e Contrapalavras**. Vol. IV. São Carlos: Pedro & João editores, 2012. p.19-39.

GUIMARÃES, M.A.; CARVALHO, W.L.P.; OLIVEIRA, M. S. Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 16, n. 2, p. 465-477, 2010.

LOMBORG, B. **O ambientalista cético**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. 560p.

PENHA, S. P. **Atividades sociocientíficas em sala de aula de física: as argumentações dos estudantes**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Interunidades: Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

REIS, P; GALVÃO, C. Controvérsias sociocientíficas e prática pedagógica de jovens professores. **Investigações em ensino de ciências**, Porto alegre, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

REIS, P; GALVÃO, C. Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 7, n. 3, P. 746-772, 2008.

SADLER, T. D; FOWLER, S. R. A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. **Science Education**, v. 90, n. 6, p. 986-1004, nov. 2006.

SILVA, P. F.; KRASILCHIK, M. Bioética e ensino de ciências: o tratamento de temas controversos-dificuldades apresentadas por futuros professores de ciências e de biologia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 379-392, 2013.

SIMONNEAUX, J; LEGARDEZ, A. The epistemological and didactical challenges involved in teaching socially acute questions: The example of globalization. **Journal of Social Science Education**, v. 9, n. 4, p. 24-35, 2010.

SIMONNEAUX, L; SIMONNEAUX, J. Socio-scientific reasoning influenced by identities. **Cultural studies of science education**, v. 4, n. 3, p. 705-711.2009.

SOARES FILHO, T. P. *et al.* Desafios e Potencialidades na Elaboração de uma Proposta de Ensino com Base em Temas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS,9., 2013, Águas de Lindóia, **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2a ed. Porto Alegre: Bookman; 2001.