

ABORDAGEM DE TEMAS E ENSINO DE FÍSICA: COMPREENSÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE O TEMA EFEITO ESTUFA

Thematic approach and Physics teaching: comprehension of high school students about the greenhouse effect theme

Brenda Braga Pereira [brendabragapereira@gmail.com]
Fernando C. C. Campos [fernandoc2.campos@gmail.com]
Luciano Fernandes Silva [lufesilva@unifei.edu.br]
Newton Figueiredo [newton@unifei.edu.br]
Universidade Federal de Itajubá
Av. B P S, 1303 - Itajubá - MG

Recebido em: 08/02/2019

Aceito em: 08/09/2019

Resumo

Este trabalho descreve a fundamentação e a organização de um conjunto de práticas pedagógicas elaboradas a partir do tema Efeito Estufa desenvolvidas com alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública de um município do interior do estado de Minas Gerais. Também é apresentada uma investigação que teve por objetivo analisar as relações que os alunos estabelecem entre conceitos de Física e aspectos ambientais, econômicos, políticos e sociais relacionados com o tema Efeito Estufa. Para coletar os dados foram utilizados questionários abertos, gravações de áudio de diálogos entre alunos e professores realizados nas aulas. Para análise foram utilizados procedimentos da Análise de Conteúdo na perspectiva da análise temática. As análises indicam que os estudantes realizam algumas relações entre o tema Efeito Estufa e diferentes aspectos da realidade e conteúdo de Física. Todavia, percebeu-se que esse é um tipo de atividade que precisa ser realizado com mais frequência na escola básica, sobretudo devido ao fato de que as chamadas “teorias da conspiração” parecem estar ganhando um importante destaque na construção dos argumentos de alguns estudantes.

Palavras-chave: Efeito Estufa; Abordagem Temática; Ensino de Física

Abstract

This work describes the fundament and the organization of a series of pedagogical practices about the Greenhouse Effect theme developed with sophomore high school students from a public school in a city in the state of Minas Gerais. We also present the development of an investigation that aimed to analyze the relations that students establish between concepts of Physics and environmental, economic, political and social aspects related to the Greenhouse Effect theme. Open questionnaires, audio recordings of dialogues between students and teachers conducted in class were used to collect the data. For analysis, Content Analysis procedures were used from the perspective of the thematic analysis. The analyses indicate that students perform some relations between the Greenhouse Effect theme and different aspects of reality and Physics contents. However, we realize that this is a type of activity that needs to be carried out more frequently in secondary school, especially given the fact that the so-called "conspiracy theories" seem to be gaining an important prominence in the construction of the arguments of some students.

Keywords: Greenhouse effect; Thematic Approach; Physics Teaching.

Introdução

Este trabalho parte do pressuposto de que o ensino de Ciências deve objetivar uma formação que possibilite aos alunos problematizar diferentes aspectos do seu contexto cotidiano. Nesta perspectiva são consideradas relevantes as diferentes propostas de organizar práticas pedagógicas a partir de temas socioambientais.

A perspectiva de trabalhos organizados a partir de temas vem recebendo a atenção de vários pesquisadores brasileiros como, por exemplo, Hunsche (2010), Hunsche & Auler (2009; 2012), Silva & Carvalho (2009; 2012), Strieder, Hunsche & Watanabe-Caramello (2010), Strieder, Watanabe-Caramello & Gehlen (2010; 2012), Watanabe-Caramello, Strieder & Gehlen (2011; 2012), Feistel *et al.* (2011) e Gehlen *et al.* (2014). Diante disso, pesquisadores como Delizoicov, Angotti & Pernambuco (2007), indicam que o ensino de ciências deveria, de forma mais frequente, se relacionar com o contexto da vida cotidiana dos estudantes. Nessa perspectiva os autores defendem repensar a organização dos currículos escolares, de tal forma que o professor possa articular os conteúdos específicos com temas associados aos problemas vivenciados pelos estudantes.

Importante ressaltar que as reflexões desenvolvidas por Delizoicov, Angotti & Pernambuco (2007) são uma referência comum para muitos artigos e livros que tratam da organização do trabalho educativo a partir de temas. As ideias desenvolvidas por esses autores são amplamente reconhecidas pela denominação de Abordagem Temática, que apresenta uma perspectiva de se repensar a organização do currículo escolar.

Ainda sobre o trabalho organizado a partir de temas, considera-se interessante a consideração de Halmenschlager & Delizoicov (2017). Neste trabalho os autores indicam que há diferentes perspectivas de temas e que estes podem ser amplamente entendidos como de natureza conceitual ou contextual. Os autores ainda caracterizam o trabalho com temas a partir da função pedagógica dos conceitos científicos, “[...] uma vez que a relação de dependência entre temas e conceitos pode ser estabelecida com distintas subdeterminações. Ou seja, tanto os conceitos podem estar subordinados ao tema quanto podem orientar a escolha da temática” (HALMENSCHLAGER & DELIZOICOV, 2017, p. 307).

Nesse contexto, entende-se que há algumas alternativas para organizar práticas pedagógicas a partir de temas que contemplem uma formação científica mais ampla para os alunos da educação básica. Um dos caminhos promissores para organizar práticas pedagógicas a partir de temas se fundamenta no enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em uma perspectiva sociocultural (PEDRETTI & NAZIR, 2011).

Pode-se dizer que práticas pedagógicas organizadas na perspectiva dos temas com enfoque CTS objetiva que os estudantes possam elaborar relações entre aspectos do cotidiano e da Ciência e Tecnologia de forma contextualizada (VIEIRA, TENREIRO-VEIRA & MARTINS, 2011). Vê-se também nessa proposta a possibilidade de um ensino que promova a formação cidadã. Conforme Santos & Mortimer (2000), o ensino a partir da abordagem CTS tem como um de seus objetivos a alfabetização científica e tecnológica do indivíduo, auxiliando-o na construção de habilidades, conhecimentos e valores que o auxiliarão a tomar decisões envolvendo questões relacionadas à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Diante deste contexto, compreende-se que trabalhos organizados a partir do enfoque CTS são uma boa alternativa quando se pensa em perspectivas que busquem um ensino de Ciências, especialmente de Física, que possa contribuir para a formação cidadã dos estudantes.

Essas considerações sobre o trabalho com temas fundamentado no enfoque CTS têm levado educadores e pesquisadores a propor a organização de práticas pedagógicas elaboradas a partir de

temas contextuais (HALMENSCHLAGER & DELIZOICOV, 2017). Neste sentido, são também relevantes as propostas que investem na organização de práticas pedagógicas a partir de temas relacionados com problemas socioambientais (SILVA & CARVALHO, 2007).

Os temas socioambientais apresentam possibilidades ricas de organizar discussões de aspectos relacionados com a vivência dos estudantes em sala de aula. Esta perspectiva de trabalho objetiva que os alunos tenham condições de elaborar articulações entre diferentes aspectos da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Meio Ambiente (SILVA & CARVALHO, 2007).

Diante destas considerações, entende-se que um tema socioambiental que possui potencial para a organização de uma prática pedagógica fundamentada no enfoque CTS é o das Mudanças Climáticas, em especial quando direcionadas para considerações relacionadas com a Intensificação do Efeito Estufa. Esse é um tema que pode ser abordado em sala de aula a partir de algumas controvérsias, sobretudo aquelas relativas às causas, às origens e aos efeitos da intensificação do Efeito Estufa.

Os trabalhos de Pina, Silva & Trindade Junior (2010) e Reis, Silva & Figueiredo (2015) descrevem algumas possibilidades de trabalhar o tema da intensificação do Efeito Estufa em aulas de Física. Pina, Silva & Trindade Junior (2010) apontam para a associação do tema com aspectos da termodinâmica. Ainda segundo os autores, é relevante apontar para os alunos que o sistema Terra-Sol pode ser modelado como um grande sistema termodinâmico, fato que possibilita aos professores de Física trabalharem conteúdos específicos da termodinâmica. Também é possível abordar questões relativas às radiações emitidas e ainda outras envolvendo a termodinâmica do não equilíbrio, irreversibilidade, entropia e sistemas dinâmicos instáveis (REIS, SILVA & FIGUEIREDO, 2015).

Diante desse contexto, entende-se que a ideia de organizar práticas pedagógicas a partir de um tema socioambiental controverso com fundamentação no enfoque CTS se mostra bastante interessante para fornecer aos alunos uma formação científica mais ampla e articulada com a realidade. Também se apresenta como uma boa alternativa para um ensino de Física menos fragmentado, mais significativo e que objetiva a formação crítica dos estudantes.

Todavia, compreende-se necessário investigar se práticas pedagógicas organizadas a partir dessa perspectiva possibilitam aos estudantes associarem conteúdos científicos e o contexto complexo da sociedade fora da escola. Neste sentido, elaborou-se e aplicou-se em uma situação real de sala de aula um projeto educativo composto por oito aulas organizadas a partir do tema Efeito Estufa. Trabalhou-se com alunos do ensino médio regular de uma escola pública de uma cidade do interior do estado de Minas Gerais.

A partir desse contexto elaborou-se o seguinte questionamento: ao longo da aplicação de um trabalho educativo orientado pela perspectiva da abordagem de temas, que relações entre conteúdos específicos de Física e um tema socioambiental são elaboradas por alunos do ensino médio?

Esse questionamento possibilitou aos investigadores estabelecer os seguintes objetivos específicos: descrever uma atividade pedagógica elaborada e implementada a partir do tema Efeito Estufa em uma escola pública de Ensino Médio; analisar ao longo do processo de implementação de uma prática pedagógica as relações que os alunos estabelecem entre conceitos de Física e aspectos ambientais, econômicos, políticos e sociais relacionados com a ideia de Efeito Estufa.

Percurso Metodológico

Este trabalho é de natureza qualitativa (SILVEIRA & CORDOVA, 2009) e também se caracteriza por ser uma pesquisa do tipo participante. Nesse sentido, dois autores deste trabalho também foram os professores que desenvolveram as práticas pedagógicas do projeto temático junto aos alunos do ensino médio. Segundo Brandão & Borges (2007), a pesquisa do tipo participante não

se relaciona exclusivamente com a resolução e investigação de problemas, mas também com a atuação direta do pesquisador durante o processo investigativo.

A participação efetiva de dois pesquisadores no desenvolvimento da prática pedagógica permite afirmar que este trabalho também foi inspirado na perspectiva dos professores que também são pesquisadores de sua prática (ANDRÉ, 2016). Ou seja, professores-pesquisadores são professores que estão envolvidos com uma pesquisa voltada para o aprimoramento da própria prática docente. Para Lüdke (2001), a ideia de professor-pesquisador parte do princípio de que o professor não deve ser apenas consumidor de conhecimentos produzidos na academia. Os professores produzem um tipo de conhecimento profissional específico que orienta a construção e a aplicação de práticas pedagógicas.

Importante ainda informar que os dois primeiros autores desta investigação eram, na oportunidade, alunos do último ano de um curso de licenciatura em Física de uma universidade pública do interior do estado de Minas Gerais. Neste contexto, o trabalho desenvolvido recebeu suporte de professores do referido curso, no âmbito de duas disciplinas oferecidas respectivamente no sétimo e oitavo períodos da matriz curricular do curso. Nestas disciplinas os licenciandos têm contato com a perspectiva de elaborar práticas pedagógicas orientadas por temas. Além disso, são estimulados a realizar práticas pedagógicas organizadas a partir de temas em situações reais de ensino e aprendizagem.

Especificamente com relação à prática pedagógica, importa informar que esta foi constituída de uma sequência de oito encontros presenciais organizados em quatro blocos de aulas duplas, sendo 50 minutos o tempo de cada aula. O trabalho foi realizado com 36 alunos do segundo ano do ensino médio de uma escola pública da rede estadual de Minas Gerais. Ao longo das aulas foram discutidos diferentes aspectos políticos, econômicos e sociais envolvendo o tema do Efeito Estufa e possíveis relações com os conteúdos específicos de Física. Um sumário do trabalhado está apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Sumário do desenvolvimento das aulas de Física elaboradas a partir do tema Efeito Estufa

Aulas Blocos	Desenvolvimento das aulas
1 e 2	<ul style="list-style-type: none"> - No início da aula foi solicitada uma atividade escrita, em que os alunos descreveram suas compreensões sobre o tema Efeito Estufa. - Em seguida apresentou-se e discutiu-se uma reportagem com o título: “Fevereiro bate recorde de temperatura média global”. A notícia remete a fevereiro de 2016 e apresenta um gráfico no qual são ilustradas anomalias relativas à temperatura média global. Os professores incentivaram os alunos a pensar sobre o significado de temperatura média global e formas de medi-la. - Apresentaram-se as ideias de temperatura, equilíbrio térmico e calor. - Por fim, realizou-se uma atividade experimental. Os alunos, divididos em grupos, foram incentivados a pensar em meios para se chegar a uma temperatura média da escola no período de uma determinada manhã. Cada grupo recebeu um roteiro aberto e um termômetro. O local e a forma de medir as temperaturas eram livres, assim como a forma de calcular as médias da temperatura.
3 e 4	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciaram-se os trabalhos com cada grupo apresentando para a sala os resultados de suas medidas de temperatura, a forma como estas foram realizadas e a média dessas medidas. Em seguida, foram comparados os diferentes resultados. - Na sequência os professores destacaram a forma como são construídas medidas de temperatura

	<p>em diferentes centros de pesquisa espalhados pelo planeta.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Levantou-se o questionamento: É possível construir média de medidas de temperatura? O que isto significa em termos de Física? - Em seguida discutiu-se a ideia de temperatura média global. Os professores fizeram considerações sobre o fato de que a ideia de temperatura média global é um indicativo estatístico. Ou ainda, que a apresentação de gráficos de temperatura média global pode ser interpretado como sendo um indicativo a respeito dos padrões de temperatura ao redor do planeta e das tendências dessas medidas. - Comparou-se um gráfico de “Anomalias de Temperatura x Tempo” com outro de “Irradiância Solar Total x Tempo”(Dados de irradiância retirados do site do Max Planck Institut). Considerou-se que a tendência das anomalias de temperatura não acompanha a irradiação solar. Levantou-se a hipótese de que possivelmente não há uma relação direta entre a tendência de elevação da temperatura média global com mudanças ocorridas no Sol. Avaliou-se que o mais significativo para explicar esta tendência é entender o que ocorre no planeta. - Comparou-se o gráfico de “Anomalias de Temperatura x Tempo” com o de “Concentração de Dióxido de Carbono x Tempo”. Verificou-se que ambos os gráficos apresentam o mesmo padrão de curva ascendente. Questionou-se: Há alguma relação entre as emissões de dióxido de carbono e o aumento da temperatura média global?
5 e 6	<ul style="list-style-type: none"> - Retomaram-se as ideias de calor e equilíbrio térmico. - Em seguida trabalhou-se com uma reportagem intitulada Pré-sal triplicará emissão de gases”. Após a leitura, os professores questionaram: Como o dióxido de carbono contribui para o aquecimento do planeta? - Na sequência trabalhou-se com os alunos uma imagem que descreve as diferentes camadas atmosféricas da Terra e as faixas de temperatura que a elas estão associadas. Destacou-se que cada camada possui uma composição química diferente. Apresentaram-se ideias gerais sobre o fenômeno de interação entre matéria e radiação. - Em outra imagem trabalhou-se a ideia de opacidade atmosférica e sua relação com as faixas de temperatura para cada camada. - Em seguida foi apresentada a forma como parte do comprimento de onda do ultravioleta, que possui uma probabilidade de não ser “barrado” pela atmosfera (o ultravioleta longo e o médio, UV-A e UV-B respectivamente) interage com o solo e promove a liberação de comprimentos de onda maiores (infravermelho), esses interagem com o dióxido de carbono e outras moléculas e aquece o planeta. - Depois dessa explicação sobre o fenômeno, retomou-se a reportagem e foi proposta a seguinte reflexão para um debate: “Desenvolvimento Econômico e Emissão de Dióxido de Carbono”.
7 e 8	<ul style="list-style-type: none"> - Retomaram-se alguns conceitos de Física relacionados com o tema Efeito Estufa. - Os alunos foram divididos em dois grupos para um debate. Cada grupo ficou responsável por apresentar e defender ideias sobre o tema “Desenvolvimento Econômico e Emissão de Dióxido de Carbono”. Foram também sorteados cinco alunos que compuseram um júri. Estes alunos avaliaram os argumentos apresentados pelos dois grupos. Os professores foram mediadores da discussão. - Por fim, foi solicitada uma atividade em que os alunos deveriam articular os conceitos de Calor, Temperatura e Radiação ao Efeito Estufa. Além disso, responder a seguinte pergunta: Com relação às posturas adotadas nas discussões, em qual delas você se identifica?

Para coleta de dados foram utilizados dois instrumentos: a gravação de áudios das aulas e a aplicação de questionários abertos e fechados.

Considera-se que a etapa da gravação do áudio do debate realizado entre os alunos foi essencial para obter dados das diferentes compreensões dos discentes sobre a relação entre conceitos da Física e o tema do Efeito Estufa. Para Telles (2012), a gravação e a transcrição de diálogos permite que o pesquisador possa obter detalhes sobre o que ocorreu em determinado momento, podendo ouvir quantas vezes julgar necessário. Ainda destaca que a gravação não pode registrar todos os acontecimentos, mas pode fornecer uma boa representação dos fatos.

Também foram obtidos dados a partir de dois questionários aplicados com questões abertas e fechadas. Nesse caso, concorda-se com Barbosa (1998), especialmente quando afirma que o questionário é uma forma de coleta de informações que se destaca pela praticidade e, quando aplicada criteriosamente, pode ser considerada uma técnica muito confiável de obtenção de dados. Para esta investigação foram utilizados dois questionários: um contendo apenas uma questão aberta sobre o tema do Efeito Estufa e outro com questões fechadas e abertas envolvendo diferentes conceitos de Física associados ao tema do Efeito Estufa.

Para a análise dos dados foi utilizada a perspectiva da Análise de Conteúdo orientado pela obra de Bardin (1977). Este tipo de técnica é utilizado para tratamento das mensagens e significados em determinado conjunto de informações. Baseia-se na descrição objetiva, sistematizada do conteúdo, tendo objetivos bem definidos a fim de interpretar seus significados. Nesse contexto, inicialmente alguns processos são realizados, como elaboração de unidades de codificação, unidades de contexto e por fim realizada a análise categorial. Estes são processos de separação, agrupamento e inferência sobre as informações coletadas, passando assim a se tornarem dados de pesquisa.

De modo específico, o processo de Análise de Conteúdo deste trabalho foi orientado pela técnica da análise temática, ou seja, buscou-se identificar e agrupar determinadas mensagens. A partir disso, foi construído um quadro contendo agrupamentos, frequência e excertos retirados dos questionários e da transcrição das gravações.

Também é importante mencionar que a pesquisa foi desenvolvida a partir do consentimento da escola e dos estudantes envolvidos. Os nomes reais dos alunos não estão identificados neste trabalho e para se reportar aos mesmos foram utilizadas siglas compostas pela letra A seguido de um número como, por exemplo, A1, A2 e A3.

Considerações sobre uma prática pedagógica envolvendo conceitos de Física e Efeito Estufa

Os dados obtidos apresentam diferentes aspectos da compreensão dos alunos do ensino médio com relação ao tema do Efeito Estufa ao longo do desenvolvimento de uma sequência de práticas pedagógicas. Em um primeiro momento houve a aplicação de um questionário diagnóstico a fim de obter dados sobre as ideias iniciais dos alunos sobre o tema principal do trabalho. Após esse questionário iniciou-se uma sequência de oito aulas nas quais foi possível obter dados sobre as relações estabelecidas pelos alunos entre aspectos do Efeito Estufa e conteúdos de Física.

A partir dos dados obtidos com o questionário diagnóstico, outros questionários e as transcrições dos áudios dos debates elaborou-se o Quadro 2. Nele há agrupamentos sobre a compreensão dos alunos acerca do Efeito Estufa.

Quadro 2: Compreensões dos Alunos sobre o Efeito Estufa.

Agrupamentos	Unidade de sentido	Frequência de aparição	Excerto
É um Fenômeno Natural	Manutenção da Vida	18	<i>“É um fenômeno natural de aquecimento térmico da Terra. É muito imprescindível para manter a temperatura do planeta em condições ideais de sobrevivência (...)”</i> [A28][SIC]
A Intensificação do Fenômeno traz Desafios para a Sociedade	Impactos na Natureza	48	<i>“Esse excesso de gases causa aumento da temperatura no planeta e problemas como derretimento das geleiras, problemas de saúde e ambientais.”</i> [A5] [SIC]
A Principal Causa da Intensificação é a Poluição	Emissão de Gases Poluentes	26	<i>“Efeito estufa acontece devido a emissão de gases poluentes na atmosfera, como por exemplo os CFCs (...)”</i> [A13][SIC]
Há uma Relação com a Destruição da Camada de Ozônio	Destruição da Camada de Ozônio	16	<i>“Não entendo muita coisa sobre efeito estufa, mas que eu sei é que quando a camada de ozônio desagrada, e os raios solares entram com muita intensidade é causado o efeito estufa.”</i> [A1][SIC]

Este quadro apresenta dados obtidos com a pesquisa desenvolvida pelos autores.

Para construir o Quadro 2 primeiro foram identificados e agrupados os núcleos de sentido associados com termos relevantes para esta investigação (BARDIN, 1977). Os agrupamentos foram se constituindo a partir de várias leituras dos textos das transcrição dos questionários e das gravações de áudio. Nesse contexto, os agrupamentos dos núcleos de sentido refletem a existência de termos ou ideias que se repetem ou se assemelham. Esses agrupamentos estão na primeira coluna do Quadro 2. Posteriormente esses agrupamentos foram associados com a ideia de unidades de sentido (coluna 2). Esta é uma ação que visa identificar a unidade de significação, captando os sentidos da comunicação. As unidades de sentido dialogam intensamente com o referencial teórico e os objetivos da investigação. A Terceira coluna do Quadro 2, a ‘Frequência de Aparição’ representa o número absoluto de aparição daqueles trechos associados aos núcleos de sentido. Essa é uma etapa quantitativa da Análise de Conteúdo. A quarta coluna do Quadro 2 (Excerto) apresenta um exemplo de um trecho enquadrado a um determinado agrupamento. Outros excertos são apresentados ao longo do texto.

É importante mencionar que as informações do Quadro 2 não representam um momento específico da compreensão dos alunos ao longo do trabalho realizado em sala de aula. Esse quadro foi elaborado a partir de elementos obtidos ao longo das 8 aulas. Nesse sentido, o Quadro 2 sistematiza o processo de compreensão dos alunos sobre o tema Efeito Estufa ao longo do processo educativo.

O primeiro agrupamento chamado “É um Fenômeno Natural”, foi elaborado a partir das manifestações dos alunos que indicam que o Efeito Estufa é um fenômeno natural e fundamental para as condições ideais de vida no planeta.

Importante apontar que alguns alunos apresentaram, logo no início dos trabalhos, argumentos que relacionavam o Efeito Estufa como um fenômeno natural e que sua intensificação está associada com ações do ser humano, tais como queima de combustíveis fósseis em grande escala. Os excertos a seguir exemplificam esse posicionamento dos alunos:

“Sim, porque apesar do efeito estufa ser natural, as emissões de gases, por exemplo dióxido de carbono, aceleram o efeito estufa”. [A13][A24][A25][A31][SIC]

“Efeito estufa é um fenômeno natural, que é quando a temperatura média do planeta eleva-se, no entanto está sendo agravado devido à ação humana (poluição). Recebe esse nome pois parece uma estufa (calor) e gera o aquecimento global”. [A13][SIC]

Para os professores foi interessante perceber que alguns alunos tinham uma predisposição e uma maior facilidade em associar o fenômeno do Efeito Estufa com a ideia deste ser um evento natural que pode ser modificado pela ação do ser humano. Essa informação possibilitou aos professores pensar em situações em sala de aula que pudessem envolver alunos com mais e menos dificuldades na discussão deste item.

Importante destacar que foi possível perceber ao longo do processo educativo que parte dos alunos foi modificando de modo perceptível a compreensão sobre o tema Efeito Estufa, sobretudo apontando de forma mais clara e direta que este é um fenômeno natural. A seguir destacam-se alguns diálogos entre os alunos, obtidos durante a atividade do debate que ocorreu nas aulas 5 e 6:

“É um fenômeno natural de aquecimento térmico da Terra. É muito importante para manter a temperatura do planeta em condições de sobrevivência.” [A27][SIC]

“Como vimos o efeito estufa é um fenômeno natural e importante para a vida no planeta, pois é um efeito que mantém aquecido.” [A5][SIC]

“O efeito estufa, dentro de uma determinada faixa é de vital importância pois, sem ele, a vida, como conhecemos, não poderia existir, serve para manter o planeta aquecido e assim, garantir a manutenção da vida.” [A18][SIC]

“O aquecimento global não existe, porque como a gente já viu aqui na sala o efeito estufa é natural, ele serve para preservar a vida e a biomassa no nosso planeta, logo o aquecimento global não deve existir.” [A26 durante debate]

Todavia, também foi possível perceber que ao longo do processo parte dos alunos estabeleceram de modo evidente relações equivocadas entre os fenômenos do Efeito Estufa e do Aquecimento Global. Além disso, parte dos alunos apresentaram dificuldade em estabelecer conexões entre a discussão envolvendo o tema Efeito Estufa e diferentes aspectos do contexto econômico e político.

De modo especial, chamou atenção o fato de alguns alunos defenderem ao longo de todos os encontros a ideia de que o Aquecimento Global é um fenômeno inventado por razões essencialmente de natureza política e econômica. Nesse caso, o fato científico não teve maior relevância na construção dos argumentos desses alunos. Esse pode vir a ser um importante desafio para professores de Ciências, ou seja, estabelecer em sala de aula um efetivo trabalho que possa desconstruir argumentos de natureza “obscurantista” ou que remetem à ideia de teorias conspiratórias envolvendo fenômenos climáticos.

Esse contexto reforça a ideia de que professores de Ciências devem estar atentos com as diferentes possibilidades de associar os conceitos científicos relacionados com fenômenos climáticos

com o esclarecimento sobre o que é (ou não) um discurso de natureza científico e como estes podem embasar decisões políticas e econômicas.

O agrupamento intitulado “A Intensificação do Fenômeno traz Desafios para a Sociedade” foi construído a partir de argumentos elaborados pelos alunos em situações nas quais destacavam causas da intensificação do Efeito Estufa e seus impactos na sociedade e no ambiente.

É relevante destacar que das 48 menções a essas questões, 14 referem-se diretamente à ideia do Efeito Estufa como principal agente causador do aumento da temperatura média do planeta. Os dois excertos a seguir exemplificam e reforçam essa constatação:

“O efeito estufa aumenta a temperatura do planeta (grossa camada de gases), influenciando no derretimento das geleiras, por exemplo. O dióxido de carbono entre muitos outros fatores afeta a temperatura do planeta. Também podemos tomar como exemplo a cidade de São Paulo em suas avenidas movimentadas onde a emissão desse dióxido de carbono é maior, a temperatura é maior.” [A22][A23][SIC]

“O efeito estufa é causado pelos raios solares, com isso a temperatura do planeta se eleva causando uma quantidade de calor.” [A24][SIC]

Argumentos que relacionam Efeito Estufa e aumento da temperatura do planeta estiveram presentes ao longo de todo o processo educativo. O trabalho de Caixeta, Barbosa & Machado (2012) também menciona a existência de argumentos produzidos por alunos que frequentemente relacionam Efeito Estufa e aumento da temperatura do planeta. Ainda segundo os autores, muitos alunos afirmam categoricamente estar ocorrendo um aquecimento do planeta. Argumentos dessa natureza reforçam a necessidade dos professores trabalharem os conceitos de temperatura e calor ao apresentar em sala de aula considerações sobre fenômenos climáticos.

No agrupamento “A Principal Causa da Intensificação é a Poluição” estão organizadas as diferentes manifestações dos alunos que relacionam as causas do fenômeno do Efeito Estufa exclusivamente com a poluição atmosférica. Essas respostas foram mencionadas ao longo de todo o processo. Os excertos a seguir exemplificam e reforçam a existência desse posicionamento entre alguns alunos:

“Efeito estufa ocorre pelo grande acúmulo de poluição na atmosfera da Terra que aumenta a intensidade do calor na Terra. Causando um tipo de abafamento.” [A8][SIC]

“Efeito estufa é a junção de poluição, causada pela urbanização em todo mundo. O crescimento elevado de indústrias, cidades, pessoas, etc, e a má conscientização colaboram para o efeito estufa.” [A11][SIC]

“Efeito estufa acontece devido a emissão de gases poluentes na atmosfera, como por exemplo os CFCs (...) a poluição excessiva faz também com que se torne mais difícil dissipar o calor sobre a terra, fazendo o planeta quente como uma estufa.” [A13][SIC]

Esse posicionamento parece ser a causa da dificuldade de alguns alunos em associar o Efeito Estufa com a ideia de um fenômeno natural. Ou seja, alguns alunos percebem esse fenômeno como sendo exclusivamente provocado pelo ser humano. Nesse caso, em um trabalho dessa natureza é fundamental que o professor enfatize que o Efeito Estufa é um fenômeno natural e que há diferentes possibilidades de interpretar a sua intensificação, incluindo a discussão sobre diferentes efeitos resultantes da relação do ser humano com a natureza (PINA, SILVA & TRINDADE JUNIOR, 2010; REIS, SILVA & FIGUEIREDO, 2015).

Importante ressaltar outra importante dificuldade que os alunos manifestaram ao longo do desenvolvimento das atividades pedagógicas. Está longe de ser algo simples a construção de argumentos que relacionem o tema Efeito Estufa com um contexto que envolve aspectos ambientais, políticos, econômicos e sociais. Acrescenta-se a este desafio a elaboração de argumentos que

explícitem a correta interpretação científica do fenômeno. De fato, assim como apontam Silva *et al.* (2009), esse parece ser – a partir de vários motivos – um desafio complexo para os professores de Ciências da Natureza. Os excertos a seguir exemplificam os argumentos dos alunos que procuram construir argumentos científicos que relacionam o tema do Efeito Estufa com diferentes aspectos que configuram um contexto para a sua discussão.

“O grande problema é que a ação do homem por meio de destruição da natureza tem agravado cada vez mais o aumento desse efeito, fazendo com que o calor elevado se torne rotina e prejuízo para natureza (...)” [A15][SIC]

“Como a gente disse da outra vez, devastação, destruição das florestas aumenta o CO₂, isso faz com que a radiação solar não seja refletida de volta para o espaço, isso que está fazendo a temperatura aumentar.” [A7 durante o debate]

Todavia, pode-se destacar nesses trechos que alguns alunos começaram, ainda que de uma forma ainda pouco elaborada, a estabelecer relações entre o Efeito Estufa e aspectos sociais e ambientais. Nesse sentido, a elaboração mais frequente de processos pedagógicos que exigem dos alunos a construção de argumentos que associem conteúdos científicos a partir de um contexto que possui aspectos sociais, ambientais, econômicos e políticos pode se refletir na formação de cidadãos que possam compreender melhor alguns dos complexos problemas que afligem a humanidade (DELIZOICOV, ANGOTTI & PERNAMBUCO, 2007).

O quarto agrupamento do Quadro 2 “Há uma Relação com a Destruição da Camada de Ozônio” foi elaborado a partir das manifestações dos alunos que associam o tema Efeito Estufa com a ideia de Camada de Ozônio. Há importantes equívocos conceituais nas manifestações desses estudantes. Os excertos apresentados a seguir reforçam a existência desses equívocos:

“(...) por exemplo dióxido de carbono, aceleram o efeito estufa. Pois tais gases deterioram a camada de ozônio, facilitando a entrada de raios solares (aumenta a quantidade de raios) e dificultando a saída de calor.” [A13][A24][A25][A31][SIC]

“Pelos nossos conhecimentos sabemos que quanto maior a emissão de dióxido de carbono, maior vai ser a interferência na camada de ozônio, gerando assim o efeito estufa.” [A15][A29][A30][SIC]

A relação que os alunos apresentam entre a degeneração da camada de ozônio e o fenômeno do Efeito Estufa se fez presente ao longo de todo o processo pedagógico. Essas manifestações errôneas persistiram mesmo após as diferentes intervenções realizadas pelos professores. Sobre essa questão Farias (2007), descreveu em seu trabalho que é comum alunos relacionam de modo direto e errôneo a ideia de buracos na camada de ozônio com a existência do Efeito Estufa.

Também chamou atenção o fato de que alguns alunos, ao longo das oito aulas, terem utilizado argumentos de natureza científica para sustentar argumentos que indicam a existência do Aquecimento Global. Os excertos a seguir exemplificam e reforçam esse posicionamento dos estudantes:

“Eu acredito que o aquecimento global existe, pois os defensores se baseiam em dados do IPCC, órgão ligado a ONU. Segundo essa entidade cerca de 90% das alterações climáticas foram causadas pelo homem e 10% são causas naturais.” [A13][SIC]

“Eu acredito que existe sim o Aquecimento Global, pois existem muitas provas concretas e estudos sendo realizados para provar mais ainda.” [A20][SIC]

“Identifico-me mais com o fato de que o Aquecimento Global é real, porque há muitas evidências que ele existe, como por exemplo, o derretimento das geleiras, aumento do nível do mar, etc. Assim tenho provas concretas de sua existência, e creio que quem faz com que outros não creiam em sua existência, são as grandes empresas (com influência no mercado e mídia global, que não querem suas finanças prejudicadas).” [A25][SIC]

Os estudantes utilizaram termos como “evidências”, “provas”, “base de dados” para construir seus argumentos a favor da existência do Aquecimento Global. Este fato indica que alguns alunos vão compreendendo o fenômeno do Efeito Estufa e se apropriando de diferentes ideias presentes de modo geral em discursos científicos, tais como os termos “evidências” e “provas”. Importante ressaltar que o primeiro passo para essa apropriação do discurso científico pelos estudantes se dá a partir de uma tentativa de reproduzir de modo mais parecido possível os argumentos elaborados pelos professores. Essa é uma etapa importante do processo educativo.

Importante ainda destacar alguns aspectos ocorridos no debate realizado com os alunos nas aulas 7 e 8. O debate possibilitou aos alunos uma maior exposição de seus argumentos sobre o tema Efeito Estufa. Em outras palavras, foi possível ter uma ideia mais clara sobre a construção dos argumentos dos estudantes e perceber como estavam relacionando diferentes aspectos do contexto ligados direta e indiretamente ao Efeito Estufa. Nessa atividade os alunos estavam organizados em dois grupos e deveriam apresentar argumentos voltados para o tema “Desenvolvimento Econômico e Emissão de Dióxido de Carbono”. Esse é um tema que pode ser relacionado de muitas maneiras aos fenômenos climáticos e, de modo especial, ao tema do Efeito Estufa. Ao longo do debate os grupos se enfrentaram com argumentos que se opunham diametralmente aos argumentos do outro grupo. Todavia, isto gerou um debate do tipo contra e a favor, fato que pode ter empobrecido a construção de argumentos que pudessem refletir de forma mais verdadeira o posicionamento dos estudantes sobre a discussão proposta.

Ou ainda, um tema tão complexo não deveria ter sido apresentado como algo do tipo “contra” ou “a favor”. Pareceu-nos que debates do tipo contra ou a favor, sobretudo quando envolve temas complexos, são pouco produtivos na construção de argumentos mais próximos do posicionamento real dos alunos sobre um determinado tema. Os excertos a seguir apresentam argumentos dos alunos que, explicitamente, não se sentiram à vontade com um debate do tipo “contra” ou “a favor”.

“(...) eu acredito que existe o aquecimento global, mas fiquei meio desconfiado, porque no lado que eu estava, falamos que não existe nenhum exemplo científico que isso exista, eu fiquei meio na dúvida, mas meu lado é que sim, existe aquecimento global.”[A18][SIC]

“Eu fiz parte do grupo que defendia que o aquecimento global não existia. De começo foi difícil pois eu sempre ouvi falar que era verdade na mídia, por professores e então eu acreditava. Mas depois do debate eu comecei a ver por esse lado e agora tenho minhas dúvidas.”[A15][SIC]

As manifestações discursivas destes alunos expressam dúvidas com relação à existência ou não do fenômeno. Não era bem isto que os professores planejaram para esta atividade pedagógica. A ideia era explorar algumas das complexidades do fenômeno, e não colocar em dúvida a existência do Aquecimento Global enquanto fenômeno real que coloca a humanidade diante de desafios importantes para a sua sobrevivência.

Considerações Finais

A partir da análise dos dados foi construído o agrupamento “É um Fenômeno Natural”, que permitiu sistematizar aqueles argumentos elaborados pelos alunos que têm uma relação direta com esse fenômeno. Já o agrupamento “A Intensificação do Fenômeno traz Desafios para a Sociedade”, possibilitou analisar aqueles argumentos dos alunos que articulam o fenômeno Efeito Estufa com diferentes aspectos sociais e ambientais do contexto do tema. O agrupamento “A principal Causa da Intensificação é a Poluição” permitiu que fossem evidenciados os argumentos dos alunos que consideram que o Efeito Estufa é um fenômeno exclusivamente provocado pelo ser humano, concepção essa que perdurou durante todo o processo educativo para um grupo de alunos. Além disso, foi possível perceber algumas das dificuldades encontradas pelos alunos que tentam articular aspectos sociais, políticos e econômicos com conceitos científicos. O agrupamento “Há uma Relação com a

Destruição da Camada de Ozônio” apresenta a sistematização de importantes erros conceituais cometidos pelos estudantes na construção de seus argumentos sobre fenômenos climáticos.

Percebe-se que muitas concepções errôneas acerca do tema Efeito Estufa perduraram durante toda a aplicação do projeto pedagógico. Se de um lado um projeto pedagógico de oito aulas parece ser curto para um aprendizado mais significativo dos alunos, de outro lado projetos pedagógicos dessa natureza parecem essenciais para vivenciarem uma formação diferente daquela mais frequente em que os conceitos científicos são muitas vezes apresentados desvinculados de um contexto ambiental, social, político e econômico.

Destaca-se ainda que as análises realizadas parecem indicar que no processo de aprendizagem dos alunos um dos estágios mais evidentes é o do estudante tentar reproduzir o argumento apresentado pelo professor. Ou seja, nessa etapa o estudante ainda não está seguro de seus argumentos, sobretudo porque ainda não se apropriou dos conceitos e da sua vinculação com o contexto.

Por fim, um aspecto preocupante de alguns argumentos dos estudantes está relacionado com ideias de que as Mudanças Climáticas não existem e são baseadas em argumentos falsos. Há uma espécie de discurso obscurantista surgindo entre alguns alunos. Esse parece ser um ponto de atenção para os professores de Ciências da Natureza. Dessa forma, destaca-se a importância de uma educação científica que vise articular os conteúdos com temas como esses, para que se possa abordar esses aspectos na formação dos estudantes. A construção do processo educativo através de projetos organizados a partir de temas socioambientais parece ser de fato um importante ponto de apoio para os professores que objetivam uma formação crítica e cidadã para os estudantes.

Referências

- André, M. E. D. A. de. (2016). Formar o professor pesquisador para um novo desenvolvimento profissional. In *Práticas inovadoras na formação de professores*. Campinas: Papyrus.
- Barbosa, E. F. (1998). Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais. *Educativa: Instituto de Pesquisas e Inovações Educacionais*, p. 1-5.
- Bardin, L. (1977). Análise de conteúdo. *Lisboa: Edições 70*, p. 1-225.
- Brandão, C. R. & Borges, M. C. (2007). A pesquisa participante: um momento da educação popular. *Revista de Educação Popular*, 6(1).
- Caixeta, M. E.; Barbosa, L. G. D. C. & Machado, A. H. (2012). Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(1), p. 113-130.
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M. & da Silva, A. F. G. (2007). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. Cortez Editora, São Paulo. p. 368
- Farias, M. L. (2007). Combustão e seus efeitos: um estudo sobre concepções de alunos do ensino técnico do CEFET-RS, visando à Educação Ambiental. *AMBIENTE & EDUCAÇÃO-Revista de Educação Ambiental*, 12(1), p. 159-174.
- Feistel, R. A. B.; Gehlen, S. T.; Strieder, R. B. & Watanabe-Caramello, G. (2011). Abordagem Temática e Ensino de Física: dificuldades e contribuições. In: *Atas do XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)*, Foz do Iguaçu/PR. p. 1-3.

- Freitas, D. D.; Villani, A.; Zuin, V. G.; Reis, P. R. & Oliveira, H. T. (2006). A natureza dos argumentos na análise de temas controversos: estudo de caso na formação de pós-graduandos numa abordagem CTS. *III Colóquio Luso-Brasileiro sobre Questões Curriculares*. p 1-14
- Gehlen, S. T.; Strieder, R. B.; Watanabe-Caramello, G.; Feistel, R. A. B. & Halmenschlager, K. R. (2016). A inserção da Abordagem Temática em cursos de Licenciatura em Física em instituições de Ensino Superior. *Investigações em Ensino de Ciências*, 19(1), p. 217-238.
- Godoy, A. S. (1995). Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de empresas*, 35(3), p. 20-29.
- Halmenschlager, K. R. & Delizoicov, D. (2017). Abordagem temática no ensino de ciências: caracterização de propostas destinadas ao ensino médio. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 10(2), p. 305-330.
- Hunsche, S. (2010). *Professor fazedor de Currículos: desafios no Estágio Curricular Supervisionado em Ensino de Física*. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: PPGE/UFSM. p. 10-96.
- Hunsche, S. & Auler, D. (2012). O professor no processo de construção de currículos: desafios no estágio curricular supervisionado em ensino de física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), p. 1-20.
- Hunsche, S. & Auler, D. (2009). O Enfoque Temático no Ensino de Física: Desafios enfrentados por Estagiários. *XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Vitória/ES. p. 1-9.
- Lüdke, M. (2001). O professor, seu saber e sua pesquisa. *Educação & Sociedade*, 22(74), p. 77-96.
- Pedretti, E. & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, v. 95, n. 4, p. 601-626.
- Pina, A. P.; Silva, L. F. & Trindade Júnior, Z. O. (2010). Mudanças climáticas: reflexões para subsidiar esta discussão em aulas de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 27(3), p. 449-472.
- Reis, D. A.; Silva, L. F. & Figueiredo, N. (2015). As complexidades inerentes ao tema “Mudanças Climáticas”: desafios e perspectivas para o Ensino de Física. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(3), p. 535-554.
- Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em educação em ciências*, 2(2). p. 1-23.
- Silva, L. F. & Carvalho, L. M. (2007). A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de temas controversos. *Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)*, 1. p. 1-12.
- Silva, L. F. & de Carvalho, L. (2016). Professores de física em formação inicial: o ensino de física, a abordagem CTS e os temas controversos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(1), p. 135-148.
- Silva, L. F. & Carvalho, L. M. (2012). A temática ambiental e as diferentes compreensões dos professores de física em formação inicial. *Ciência & Educação (Bauru)*, p. 369-383.
- Silveira, D. T. & Córdova, F. P. (2009). Unidade 2—a pesquisa científica. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, p. 31-42.
- Strieder, R. B.; Hunsche, S. & Watanabe-Caramello, G. (2010). Abordagem CTS no ensino médio: dificuldades encontradas por futuros professores de Física. *In: II Seminário Ibero-Americano*

Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências. Educação para uma nova ordem socioambiental no controle da crise global, Brasília.

Strieder, R. B.; Watanabe-Caramello, G. & Gehlen, S. T. (2010). Abordagem de Temas no Ensino Médio: compreensões de professores de Física. In: *Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)*, Águas de Lindóia/SP. p. 1-13.

Strieder, R. B., Watanabe-Caramello, G. & Gehlen, S. T. (2012). Abordagem de temas no ensino médio: compreensões de professores de física. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(2), p. 153-169.

Telles, J. A. (2012). “É pesquisa, é? Ah, não quero, não, bem!” Sobre pesquisa acadêmica e sua relação com a prática do professor de línguas. *Revista Linguagem & Ensino*, 5(2), p. 91-116.

Trivelato, S. L. F. (1999). La formacion de profesores y el enfoque CTS. *Pensamiento Educativo, Santiago de Chile*, 24, p. 216-234.

Vieira, R. M.; Tenreiro-Vieira, C. & Martins, I. P. (2011). A educação em ciências com orientação CTS: atividades para o ensino básico. *Porto: Areal Editores*. p. 144

Watanabe-Caramello, G.; Strieder, R. B. & Gehlen, S. T. (2011). Abordagem Temática na Formação de Professores de Física. In: *Atas do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)*, Manaus/AM, 2011. p. 1-11.

Watanabe-Caramello, G.; Strieder, R. B. & Gehlen, S. T. (2012). Desafios e possibilidades para a abordagem de temas ambientais em aulas de Física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(1), p. 205-222.