

Aquecimento Global e Educação Científica e Tecnológica

Global Warming and Scientific and Technological Education

Simone Leal Schwertl

Universidade Regional de Blumenau
simone.leal.schwertl@terra.com.br

Fátima Peres Zago Oliveira

Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul.
fatperes@yahoo.com.br

Walter Antonio Bazzo

Universidade Federal de Santa Catarina
wbazzo@emc.ufsc.br

Resumo

Neste artigo apresentamos um estudo realizado com o objetivo de prover referências e fundamentação no desenvolvimento do tema controverso Aquecimento Global, no ensino médio. Discorremos sobre o debate científico suscitado na mídia e no meio científico, em torno das causas naturais e antropogênicas do Aquecimento Global. Apresentamos um levantamento acerca de possibilidades para discussão do tema a partir da análise dos documentos PNDL/2012 e do volume 13 da coleção explorando o ensino/MEC/2009. Por fim, discutimos as contribuições da temática e de seus problemas sociocientíficos controversos no contexto escolar.

Palavras chave: aquecimento global, Ensino de Ciências, controvérsias, Ciência e Tecnologia.

Abstract

In this article we present a study aiming to provide references and rationale in developing the controversial topic Global Warming in high school. It is discussed the scientific debate raised in the media and in scientific circles, around the natural and anthropogenic causes of global warming. We present a survey of possibilities for discussion about the topic from the analysis of PNDL/2012 documents and the 13th volume of the collection exploring the teaching / MEC / 2009. Finally, it is discussed the contributions of the theme and its controversial socio-scientific issues in the school context.

Key words: global warming, Science Teaching, Controversies, Science and Technology.

Introdução

A ciência e a tecnologia se tornaram alvo de crítica na medida em que foram percebidas as relações do conhecimento científico e tecnológico com os pactos e impactos sociais. O estudo das controvérsias tecno e sociocientíficas são essenciais para o entendimento crítico dessas relações. Uma controvérsia mostra as contradições ocasionadas pelo emprego equivocado de conhecimentos provenientes de fatores epistêmicos¹ e fatores não epistêmicos².

Para o estudo de uma controvérsia são necessárias alegações epistêmicas, de senso comum e implicações sociais para desmistificar imagens deformadas do pensamento científico (GIL PÉREZ et al, 2001). São situações que precisam ser levantadas e discutidas no espaço escolar, que explicitam a não neutralidade da ciência e tecnologia (DELIZOICOV e AULER, 2011).

A existência de conflitos presentes no mundo científico auxiliam na problematização das ideias de neutralidade, objetividade e imutabilidade dos conhecimentos científicos (RAMOS e SILVA, 2007). Por isso, devem ser viabilizadas discussões e aprofundamento de temas controversos científicos no espaço formal de ensino.

Dentre os temas controversos científicos abordamos o Aquecimento Global, por ser apontado na Rio +20, realizada em junho de 2012, como um dos principais desafios que a humanidade deverá enfrentar. O embate científico sobre as causas da oscilação da temperatura ainda perdura apesar de já ter ocorrido em outros momentos da história. De um lado há os que acreditam que o Aquecimento Global se deva principalmente a fatores antropogênicos. De outro lado estão os que acreditam que o Aquecimento Global está estritamente relacionado à atividade solar e que pode ser parte de um ciclo de aquecimento e resfriamento da Terra.

A mídia, de modo geral, ao apresentar o tema suscita uma visão catastrófica confundindo o que é o efeito principal e o que são suas variações (XAVIER e KERR, 2004).

Considerando a relevância desse tipo de discussão no espaço escolar, esse artigo objetiva prover referências e fundamentação no desenvolvimento do tema controverso Aquecimento Global no ensino médio, bem como discorrer sobre as contribuições desta temática no espaço escolar.

Aquecimento Global: natural ou antropogênico

Segundo Silva e Lima (2009) o Aquecimento Global é um fenômeno climático de larga extensão, ou seja, um aumento na temperatura média superficial global provocado por fatores internos e/ou externos. Os autores identificam a atividade solar, a composição físico-química atmosférica, o tectonismo e o vulcanismo como fatores internos e naturais. Já os fatores externos, dados como os fatores antropogênicos, estão relacionados à emissão de gases-estufa por queima de combustíveis fósseis. Para Silva e Lima:

(...) as simulações climáticas referentes ao início do século passado (1900-1950) podem ser explicadas somente pelos fatores internos e naturais, mas o aquecimento ocorrido após a metade do século passado até o momento, para ser explicado, necessita dos fatores externos como as emissões de gases de origem antropogênica, responsáveis pelo efeito estufa. Essa explicação é devida principalmente ao tempo

¹ São fatores epistêmicos os “intrínsecos ao próprio processo de elaboração do conhecimento pelos membros da comunidade científica”. (BARBOSA et al, 2012, p.115)

² Fatores não epistêmicos explicitam interesses diversos, discussões éticas, filosóficas e religiosas, amplitude que a mídia se apropria dos discursos científicos. (BARBOSA et al, 2012).

de permanência desses gases na atmosfera, em sua maioria acima de cem anos, e a velocidade do aumento da temperatura nas últimas décadas. (2009, p. 48).

A hipótese mais aceita no meio científico é que o Aquecimento Global se deve, em grande parte, a fatores antropogênicos na exacerbação do efeito estufa. Adeptos a esta hipótese, os cientistas que compõem o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC/ONU, consideram como causa principal para aumento da temperatura média do planeta, a elevada emissão do CO₂ produzida pela queima de combustíveis fósseis. Para exemplificar, na Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Nobre (2008) defende que:

(...) praticamente estão descartadas causas naturais para o aquecimento das últimas décadas, o qual se deve, em sua quase totalidade, à mudança da composição da atmosfera por ações humanas. Por exemplo, as emissões atuais de dióxido de carbono são 50 vezes maiores do que as emissões naturais da crosta terrestre ao longo da história geológica do planeta. (p.13).

De outra parte, há os que concordam que o planeta está mais quente, alegam que as variações no clima se devem a um ciclo natural de aquecimento e resfriamento da Terra. Argumentam que o planeta já teria passado por pelo menos quatro outros períodos de aquecimento semelhantes nos últimos 650.000 anos, muito antes da Revolução Industrial no século XIX.

Nesta vertente, Molion³ infere que as mudanças climáticas envolvem controles internos e externos ao sistema terra-atmosfera-oceano, e que o efeito-estufa é apenas um dos processos.

(...) a variabilidade natural do Clima não permite afirmar que o aquecimento de 0,7°C seja decorrente da intensificação do efeito-estufa causada pelas atividades humanas (...). É muito provável, portanto, que o aquecimento observado entre 1925 e 1946, que corresponde acerca de 60% do aquecimento verificado nos últimos 150 anos, tenha resultado do aumento da atividade solar, que atingiu seu máximo em 1957/58, e da redução da atividade vulcânica, ou seja, reduções de albedo planetário e aumento da transparência atmosférica, e não do efeito-estufa intensificado pelas atividades humanas que, na época, eram responsáveis por menos de 10% das emissões atuais de carbono! (MOLION, 2008, p.19).

Diante dessas ponderações percebemos a controvérsia, inclusive entre os cientistas, da causa do Aquecimento Global.

O cenário escolar

No âmbito escolar, em 2009 a Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação - SEB/MEC, a Agência Espacial - AEB/MCT, por meio do Programa AEB Escola, o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas - FBMC e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) apresentaram aos professores da Educação Básica, o volume número 13 da Coleção Explorando o Ensino, com o tema Mudanças Climáticas (OLIVEIRA, 2009). Esta publicação teve como objetivo disponibilizar ao professor um material didático-pedagógico de apoio para o trabalho em sala de aula, com conhecimentos científicos sobre o Aquecimento Global, as Mudanças Climáticas e suas repercussões nas esferas social, ambiental e econômica.

Ao buscar um mapeamento da abordagem do tema Aquecimento Global no contexto escolar optamos por analisar o ensino médio, por constituir-se como etapa intermediária entre o ensino fundamental e a educação superior.

Para identificar como o tema “Aquecimento Global” tem sido pontuado neste nível de ensino analisamos no Programa Nacional do Livro Didático - PNLD o Guia do Livro Didático do

³ Luiz Carlos Baldicero Molion é pesquisador senior aposentado do INPE/MCT e membro do Grupo Gestor da Comissão de Climatologia, Organização Meteorológica Mundial (MG/CCI/WMO),

ano de 2012 - Guia . Esse foi um instrumento elaborado por ciclo, trienalmente e proposto aos professores das escolas como apoio ao processo de escolha dos livros didáticos. No Guia são apresentados, nos volumes dedicados a cada um dos componentes curriculares, os princípios e critérios utilizados na avaliação, bem como as resenhas de cada obra aprovada.

No Quadro 1, apresentamos alguns tópicos presentes nas coleções disponibilizadas aos professores no Guia PNDL 2012 e que entendemos estar relacionados ao tema Aquecimento Global. Esclarecemos que os tópicos elencados não aparecem com a mesma frequência em todas as coleções. Igualmente lembramos que a escolha do livro didático está cerceada pelo Projeto Político Pedagógico de cada escola e pelas concepções dos professores responsáveis.

Tópicos de livros didáticos - Guia dos livros didáticos PNDL 2012 - tema “Aquecimento Global”	
DISCIPLINAS	Tópicos de livros didáticos sugeridos pelo Guia PNDL 2012 relacionados ao tema “Aquecimento Global”
Física	<ul style="list-style-type: none">• Uma teoria para a temperatura e o calor; Efeitos da transferência de energia; Temperatura; Dilatação e gases; Calor e temperatura; Gases e termodinâmica; Temperatura; O calor e sua propagação; Calor sensível e calor latente; Gases perfeitos; Termodinâmica.
Biologia	<ul style="list-style-type: none">• Humanidade e Ambiente; Desequilíbrios ambientais.
Química	<ul style="list-style-type: none">• Aspectos físicos dos gases; Mudanças Climáticas; Gases modelos atômicos e poluições atmosféricas; Estudo de gases e sua transformação; Carbono e seus compostos.
História	<ul style="list-style-type: none">• Os desafios sociais e ambientais do Séc. XXI; O novo século; Cultura; informação e poder.
Sociologia	<ul style="list-style-type: none">• Fenômenos na sociedade capitalista; “Direitos, cidadania e movimentos sociais”; “Mudança e transformação social”; Biopoder.
Filosofia	<ul style="list-style-type: none">• A ética - A ciência - A cultura – A política; Exame de questões éticas; difíceis e polêmicas.
Geografia	<ul style="list-style-type: none">• Clima e Mudanças Climáticas Globais; Dinâmicas Climáticas; Questões Ambientais Globais; Degradação e as mudanças Ecológicas Globais; Atmosfera e Clima; Impactos Ambientais e Globalização; Clima /vegetação e impactos ambientais; Fenômenos climáticos e interferência Humana; A energia e o Aquecimento Global; Tempo atmosférico e mudanças Climáticas. Dinâmicas Climáticas.

Quadro 1: Levantamento de tópicos de temas relacionados com o Aquecimento Global em livros didáticos sugeridos pelo Guia PNDL 2012.

Ressaltamos o destaque dado pelo Guia PNDL 2012 a inclusão de livros de Sociologia e Filosofia. Comungamos com o entendimento do relevante papel destas ciências no desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo do aluno sobre questões contemporâneas, bem como para o exercício do estranhamento e desnaturalização dos fenômenos sociais que o cercam. Vemos como necessária a aproximação de professores de outras áreas, do potencial e das limitações destas disciplinas no ensino médio.

A contribuição da Matemática não aparece no Quadro 1, porém a mesma é utilizada nas demais disciplinas. Tem na Estatística, no tratamento e na interpretação de dados, a mais expressiva contribuição da área.

Como já foi mencionado, além dos livros didáticos, o professor encontra atualmente no portal do MEC o volume 13 da Coleção Explorando o Ensino, com o tema Mudanças Climáticas (OLIVEIRA, 2009). Para melhor dimensionar a abrangência deste material apresentamos no Quadro II uma lista dos tópicos abordados separados por capítulos.

Tópicos abordados no volume 13 – Mudanças Climáticas (Coleção Explorando o Ensino/MEC)		
<p>Capítulo I O Clima uma complexa teia de valores A atmosfera, o grande cenário; As camadas da atmosfera; Gases, clima e efeito estufa; Sol: fonte de energia para a circulação atmosférica; O que mantém a temperatura da Terra; Um fenômeno natural: o efeito estufa; Terra-Atmosfera: um sistema em equilíbrio; Gases da atmosfera e vapor d'água: uma química fundamental; Ciclo do carbono, Ciclo do nitrogênio, Ciclo da água.</p>	<p>Capítulo II Mudanças Climáticas naturais A formação da Terra e o clima; Evolução geológica da Terra; Inclinação e movimentos da Terra alternando a temperatura; Eras glaciais e interglaciais na Teoria de Milankovitch; Aerossóis e temperatura terrestre; Vulcões resfriam a Terra? El Niño, La Niña e as águas do Pacífico; Compreendendo melhor o El Niño; La Niña: um fenômeno oposto?</p>	
<p>Capítulo III Evolução da Humanidade e do clima A humanidade muda, o clima muda; A energia “aquece” o mundo; Evolução do uso da energia; Estilo e qualidade de vida; O meio ambiente no mercado de energia. Concluindo LEITURAS COMPLEMENTARES - A Revolução Industrial - O uso de energia no mundo</p>	<p>Capítulo IV O mundo se organiza diante das mudanças Climática As negociações em torno do clima; A Convenção sobre Mudança do Clima; Metas da convenção; Fóruns de discussão dos países – Conferências das Partes; Na convenção, a Proposta Brasileira; O mundo chega a um acordo – Protocolo de Quioto - Os instrumentos do protocolo; Uma meta diferente para cada país; Trocando emissões por ações ambientais; Projetos de créditos de carbono do Brasil, da Índia e da China - Carbono, uma nova moeda.</p>	
<p>Capítulo V A Leitura do Passado Gelo, a biografia do planeta; O estudo da história do clima; O que os estudos revelam; Constatações do século 20; Cenários de mudanças climáticas futuras; Descrevendo cenários; Uma perspectiva do futuro; Impactos na América Latina; Aquecimento e convecção; Derretimento do gelo e o nível do mar.</p>	<p>Capítulo VI O Brasil e as mudanças Climáticas Os cenários nacionais; Os impactos nos diferentes sistemas Brasil: protagonista na questão do clima; A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima; O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas; A Política e o Plano Nacional sobre Mudança do Clima; As emissões de gases de efeito estufa no Brasil.</p>	<p>Capítulo VII O tempo de agir chegou? O tempo de agir chegou? Possíveis caminhos... Vento: fonte de energia Energia Solar SALA DE PESQUISA</p>

Quadro 2- Tópicos, por capítulo, do Volume 13/MEC/ Coleção Explorando o Ensino (OLIVEIRA, 2009).

A análise de textos midiáticos permite-nos colocar que a organização dos conteúdos do Volume 13/MEC esclarece muitos dos termos e fenômenos específicos abordados no tratamento do tema Aquecimento Global, tais como: aerossóis, albedos, efeito-estufa, derretimento das geleiras, entre outros e que podem não ser de entendimento do público em geral. No entanto, para entender aspectos pontuados pelos ditos “céticos⁴ do Aquecimento Global”, como por exemplo, estudos sobre variações nas atividades solares, será necessário recorrer a textos e materiais não disponíveis no contexto escolar.

⁴ Céticos aqui entendidos como os que concebem o aquecimento global com causa natural.

A contribuição da controvérsia no contexto escolar

Entendemos que os professores de ciências percebem como as atividades que envolvem resolução de problemas são fundamentais para o processo ensino aprendizagem. Problematizar vai além de simplesmente apresentar uma atividade problema que permita uma resposta certa. Concordamos com Delizoicov(2012) que problematizar é também escolher e formular adequadamente um problema, que tem a ver com o processo de humanização, de modo que permita a introdução de um novo conhecimento. É um processo em que o professor compreende o conhecimento prévio do aluno e o instiga com a finalidade de localizar as possíveis contradições e limitações do conhecimento apresentado pelo aluno. Nesse sentido problematizar é incomodar o aluno porque a discussão de um determinado tema leva-o ao conflito, para se obter nova significação do mesmo.

Um problema controverso gera esse tipo de situação, além de proporcionar várias soluções, provoca a curiosidade, a investigação, as relações inter e intradisciplinares, as implicações sociais, desenvolve a criatividade, mudança de atitudes e valores pessoal e social (CACHAPUZ, 2000).

Os temas controversos, ao serem problematizados, oportunizam no espaço escolar, a elaboração de um conhecimento responsável e não neutro. Auxiliam na compreensão do desenvolvimento das ciências por permitir o aprofundamento do conhecimento, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.

Outra alternativa de inserir esse tipo de discussão e atividade na escola é criar ou buscar a inserção de outros espaços não formais como os clubes de ciências, espaços virtuais disponíveis na WEB 2.0, projetos interdisciplinares, projetos de iniciação científica, dentre outros, que oportunizam a investigação problematizadora de temas controversos.

Considerações

Sabemos que a cultura da dependência do livro didático – LD, ainda prevalece nas escolas e nos professores. O Quadro 1 apresentou os temas que se aproximam do Aquecimento Global, em LD do Ensino Médio. Esta organização nos permite afirmar que a temática apresenta possibilidades de adentrar na educação escolar, mas não garante. Foi possível verificar que alguns LD abordam temas contemporâneos e suas controvérsias, apresentam abordagem temática e relacionam os estudos CTS aos conceitos, como é o caso, por exemplo, da Coleção Química para Nova Geração⁵. Lembramos que somente o LD não dá conta do aprofundamento dos temas em todas as suas esferas, principalmente porque são organizados por disciplina e trazem vícios de fragmentação do ensino.

Um aspecto relevante nos LD é o manual do professor que contribui paralelo à formação continuada do professor, quando esta ocorre, como instrumento de auxílio na atuação docente e permite a ponte do olhar entre os documentos da noosfera educacional e o Ensino Médio. Essas orientações ao professor são possíveis indicadores de mudança no espaço escolar, dentre outros aspectos, os aproximam de fontes de material disponíveis nos espaços educacionais online.

⁵ SANTOS, Wildson Luis e MÓL, Gerson. **Química Cidadã**. Vol.1, 2 e 3. Nova Geração: São Paulo, 2010.

Um exemplo de material gratuito e online é o portal do MEC e o Portal do Professor⁶, cujos materiais oferecem aprofundamento a respeito de vários temas. Na perspectiva deste artigo destacamos o Volume 13/MEC/SEB da coleção explorando o ensino (OLIVEIRA, 2009) cuja abrangência e profundidade, potencializam a compreensão do tema Aquecimento Global. Esse é um dos volumes de um material gratuito. A análise aqui apresentada mostra profícua sua divulgação entre os professores, para utilização em suas aulas, com a ressalva de que os dados do IPCC são referência norteadora deste volume.

A entrada das tecnologias da informação mudou o cenário de acesso ao conhecimento, porém nos parece que a movimentação dos atores no chão da escola continua lenta. Os estudantes são usuários natos da tecnologia, no entanto necessitam de orientação de onde e de como encontrar materiais de fonte segura, de metodologias com motivação para formulação de novas perguntas, a fim de que os auxiliem a transformar informação em conhecimento.

Inúmeros artigos científicos têm explorado o potencial de temas controversos no contexto escolar. Acreditamos como necessária uma formação continuada, acerca da abordagem de temas controversos no contexto escolar, como possibilidade de acesso aos professores da educação básica às pesquisas científicas. De forma que, para além do compromisso acadêmico, suas contribuições alcancem efetivamente os espaços escolares.

O trabalho com problemas controversos desmonta o mito das pedagogias neutras. Para além da transmissão de conteúdos, presente no ensino médio por conta dos vestibulares, do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, a discussão de temas sociocientíficos controversos permite contextualizar⁷ o ensino ao estimular que o estudante participe e se posicione frente às discussões sociais e polêmicas. Entendemos que existe uma correlação direta entre os temas controversos, a problematização e a discussão CTS e que é possível provocar esse tipo de discussão.

O que apresentamos aqui, não foi apenas uma reflexão acerca da exploração de temas controversos nas escolas, mas sim uma necessidade. Temas contemporâneos, com pactos políticos, econômicos, ambientais e sociais são explorados pela mídia, muitas vezes de maneira equivocada. A educação escolar, mesmo numa sociedade onde a informação está disponível no ciberespaço em qualquer tempo e cada vez mais em qualquer lugar, tem seu papel e encontra no professor um dos seus principais atores.

Referências Bibliográficas

BARBOSA, Luís Gustavo D'Carlos *et al.* Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula. **Rev. Ensaio**. Belo Horizonte. V.14, n.01, p.113-130, jan.abril, 2012.

BAZZO, Walter A. A cultura científica *versus* humanística: CTS é o elo?. **Revista Iberoamericana de Educación**. N.58, p. 61-79, 2012.

BRASIL. **Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**. Brasília: MEC, 2012.
disponível em portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12389&Itemid=1129. <Acesso em 10/02/2012>

⁶ portaldoprofessor.mec.gov.br/recursos.html?busca=aquecimento+global&x=-763&y=-496&tipoModalidade=nivel&modalidade=&componente=&tema=&tipoRecurso=&idioma=&ordem=0&ba=fals e#resultado

⁷ No sentido de KATO e KAWASAKI, 2011.

- CACHAPUZ, A. (org.) (2000). Perspectivas de Ensino, **Coleção Formação de Professores - Ciências**, Textos de Apoio nº. 1. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.
- DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J.A. e PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências; fundamentos e métodos**. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2011. (Coleção Docência em Formação)
- DELIZOICOV, D.; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não neutralidade. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.4, n.2, p.247-273, novembro 2011.
- DELIZOICOV, Demétrio. **Didática Geral**. Colaboração: Brick, Elizandro M. 3.ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2012.
- GIL-PÉREZ, et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. In: **Ciência e Educação**. v.7. n.2. p.125-153, 2001.
- KATO, Danilo Seith e KAWASAKI, Clarice Sumi. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência e Educação**. V.17, n.1, p.35-50, 2011.
- MOLION, Luiz Carlos Baldicero. Aquecimento Global: uma visão crítica. **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol.3, agosto, 2008
- NOBRE, Carlos Afonso. Mudanças Climáticas Globais e o Brasil: por que devemos nos preocupar. **Plenarium**, v. 5, n. 5, p. 12-20, out., 2008.
- OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de, SILVA, Neilton Fidelis da & HENRIQUES, Rachel **Mudanças climáticas: ensino fundamental e médio**. MEC/SEB; MCT; AEB: FBMC; INPE. Brasília, 2009. 348 p. --: il. – (Coleção Explorando o ensino; v. 13). Disponível no endereço:portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=12583%3Aensino-edio&Itemid=859. <Acesso em 15/02/2013>
- RAMOS, Mariana Brasil e SILVA, Henrique César da. Para pensar as controvérsias científicas em sala de aula. **Ciência & Ensino**. Vol.1, número especial, Nov. 2007.
- SILVA, Robson Willians de & LIMA, Paula Beatriz. Causas do Aquecimento Global: Antropogênica *versus* Natural. **Terra e Didática**. 5(1): 42-49, 2009.
- XAVIER, Maria Emília Rehder, KERR, Américo Sansigolo. A análise do efeito estufa em textos para-didáticos e periódicos jornalísticos. **Cad. Bras.Ens.Fís**. v.21, n.3: p.325-349, dez. 2004.