

O TEMA EFEITO ESTUFA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: INVESTIGANDO COMO LIVROS E MATERIAIS DIDÁTICOS ABORDAM O ASSUNTO

THE THEME GREENHOUSE IN BASIC EDUCATION: INVESTIGATING HOW BOOKS AND EDUCATIONAL MATERIALS ADDRESSING THE ISSUE

José Carlos Ferreira de Freitas, freitas.jose2005@hotmail.com
Taitiâny Kárita Bonzanini
Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo

Submetido em 29/06/2016

Revisado em 03/07/2016

Aprovado em 28/10/2016

Resumo: Neste trabalho, analisou-se o tratamento dado ao tema efeito estufa em livros didáticos de Química e Física das duas coleções mais distribuídas pertencentes ao Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio PNLDEM (2015, 2016 e 2017) e no material curricular do Estado de São Paulo, das disciplinas de Química, Física e Biologia. Foram verificados nesses materiais abordagens superficiais, incompletas, equivocadas, tangenciais e ainda apresentam erros conceituais a respeito do tema efeito estufa.

Palavras chave: Efeito Estufa; Livros Didáticos; Material Curricular.

Abstract: In this work, we analyzed the treatment of the theme greenhouse in textbooks of Chemistry and Physics of the two most distributed collections belonging to the National Textbook Program for High School PNLDEM (2015, 2016 and 2017) and the curriculum materials of the State São Paulo, the chemistry disciplines, Physics and Biology. They checked these materials superficial approaches, incomplete, misleading, tangential or even presenting misconceptions on the subject greenhouse.

Keywords: Greenhouse effect; Didactic books; Curriculum Materials.

1. Introdução

Entende-se que a compreensão adequada sobre o tema Efeito Estufa é imprescindível para reflexões críticas sobre as questões ambientais do Planeta, tendo em vista que é um tema considerado de alta relevância social, por ser um fenômeno natural importante que possibilita a vida e a manutenção da mesma no planeta Terra.

Dada a importância dessa temática compreende-se que sua abordagem pode constituir um dos fatores pedagógicos que corrobora com o desenvolvimento adequado da alfabetização científica, sendo essa promovida pelo ensino de ciências. Com características propedêuticas, o ensino de ciências colabora com a formação crítica do aluno, preparando-o para uma sociedade que demanda conhecimentos institucionalizados mínimos e sólidos construídos, a princípio, em um contexto escolar oriundo nas escolas de Educação Básica.

A escola por sua vez, através de ferramentas culturais como livros didáticos e apostilas, têm por propósito, proporcionar o acesso ao saber sábio aos alunos mediante conteúdos curriculares estabelecidos e ancorados em materiais pedagógicos, que deveriam oferecer um suporte ao fazer docente e à construção do conhecimento do estudante.

Tendo em vista tais apontamentos, este trabalho procurou investigar as duas coleções mais distribuídas dos livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio – (PNLDEM - 2015, 2016 e 2017) das disciplinas de Química e Física e material curricular do Estado de São Paulo, distribuído para os alunos em um formato de apostila, chamadas de Cadernos dos Alunos, das disciplinas de Química, Física e Biologia. Esses Cadernos constituem, atualmente, um material de apoio obrigatório ao Currículo único do Estado de São Paulo, segundo o art. 1º da Resolução SE - 76, de 7-11-2008, que dispõe sobre o “referencial básico obrigatório para a formulação da proposta pedagógica das escolas da rede estadual”. Estes materiais são distribuídos gratuitamente às escolas da rede Paulista de ensino para todos os alunos da Educação Básica.

Portando, investigar e compreender como os livros didáticos do PNLDEM e os Cadernos dos Alunos abordam o tema efeito estufa e seus

respectivos fenômenos, e como essa abordagem permeia o Currículo Oficial das escolas públicas da rede de ensino do Estado de São Paulo foi o propósito deste trabalho, com o intuito de construir um panorama de como esses materiais apresentam e abordam o tema efeito estufa e os fenômenos correlacionados a ele, e discutir quais as contribuições desses materiais didáticos para a construção de conhecimentos a respeito do tema aqui discutido.

2. Procedimentos Metodológicos

Para a realização deste trabalho foram utilizados procedimentos indicados por Lüdke e André (2012), e Bogdan e Biklen (1994).

Esta pesquisa envolveu um trabalho investigativo sobre as diversas abordagens didáticas e metodológicas do fenômeno efeito estufa e suas possíveis influências na construção do conhecimento dos alunos do Ensino Médio. A pesquisa em questão é de ordem bibliográfica de caráter exploratório, tendo em vista os livros didáticos adotados no Ensino Médio e o Caderno do Aluno como recursos pedagógicos utilizados pelos professores.

Selecionados os documentos, foram investigados e analisados todos os Capítulos, Títulos e Subtítulos específicos que abordaram, de alguma maneira, o tema efeito estufa. Trata-se, portanto, de uma pesquisa documental com abordagem qualitativa que visou a recolha de dados a fim de compará-los e categorizá-los.

Para auxiliar na análise referente à abordagem do tema efeito estufa nos materiais didáticos, foram elaboradas três Categorias Referenciais como critérios de análise, sendo elas: 1- Conteúdos Teóricos; 2- Recursos Visuais; 3- Transposição Didática, e de acordo com a adequação ou não destas Categorias, este trabalho propôs a classificar como: “Adequado”, “Adequado com Ressalva”, “Inadequado” e “Ausente neste Material”.

Foram considerados para a Categoria 1- Conteúdos Teóricos, a clareza de ideias, coerência e concisão textuais, conceitos científicos próximos aos atualmente aceitos pela Ciência, emprego da linguagem científica e objetividade da linguagem. Para a categoria 2, a análise focalizou imagens, gráficos, tabelas, ilustrações, fotografias, pinturas ou ainda quaisquer outros signos não-verbais que tiveram o propósito de, em alguma situação contextual, servir como

elemento auxiliador na transposição do saber sábio para o saber a ensinar, tanto nos livros didáticos quanto nos Cadernos dos Alunos. Para a categoria 3 foi observado a transformação do saber sábio para o saber a ensinar, de maneira a preservar a essência do saber científico depois da transposição didática ocorrida nos materiais investigados.

A Classificação “Adequado”, foi utilizada quando analisou-se que o item satisfaz totalmente a Categoria Referencial analisada; a Classificação “Adequado com Ressalva”, quando atendeu parcialmente a Categoria Referencial analisada, apontando-se, por sua vez, uma explicação para essa classificação; a Classificação “Inadequado” foi utilizada quando observou-se o não atendimento a conteúdo da Categoria Referencial analisada, e, também nesses casos, buscou-se discutir a classificação; já a Classificação “Ausente neste Material”, demonstra que o material analisado não trouxe em seu bojo o critério de análise abordado.

Para sistematizar e organizar os dados e análises, foram elaboradas tabelas, a partir de adaptações de tabelas e critérios de análise propostos por Vasconcelos e Souto (2003). Acredita-se que a escolha destes modelos de tabelas e critérios de análises facilitou a melhor compreensão dos resultados da investigação realizada, por facilidade didática e por trazerem consigo um melhor panorama comparativo dos conteúdos dos materiais analisados.

3. Análises dos Cadernos dos Alunos

Foram analisados, no total 18 Volumes dos Cadernos dos Alunos das Disciplinas de Química, Física e Biologia, sendo 02 Volumes utilizados em cada Série do Ensino Médio durante o ano letivo de 2015. Observou-se que nenhum destes materiais aborda o tema efeito estufa de forma global e complexa, segundo os critérios de análise.

Os Cadernos analisados apresentam temáticas que não discutem o efeito estufa de maneira científica, mas apenas o apresenta ao aluno como um tema periférico, sem uma abordagem conceitual mais profunda e precisa, desconsiderando os fenômenos que o envolve, e quando é abordado de forma mais explícita, na maioria das vezes, é apresentado como sendo resultado de ações antropogênicas, ou como um agente que pode causar catástrofes

naturais, ou ainda, demonstra uma aparente confusão com o aquecimento global, conforme observa-se no fragmento a seguir:

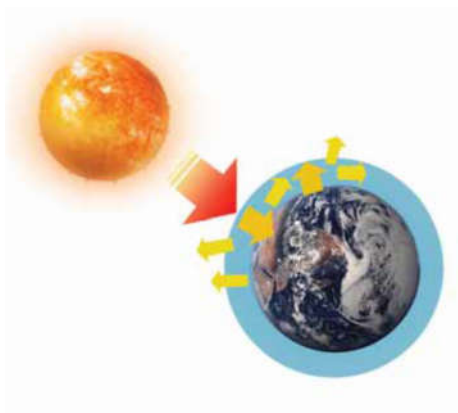
(...) Por que o efeito estufa e a chuva ácida são problemas enfrentados pelo homem contemporâneo? Por que esses fenômenos não ocorreram na época das Cruzadas ou das Grandes Navegações? São realmente problemas de difícil solução? Ao estudar as implicações socioambientais da produção e do uso de combustíveis, você poderá compreender melhor o complexo desafio que esse processo apresenta, além de poder refletir sobre as medidas que devem ser tomadas urgentemente (...) (SÃO PAULO, 2014-2017a, p. 03).

É importante ressaltar que neste excerto, o aluno é indagado se o fenômeno natural efeito estufa pode ser um problema enfrentado pelo homem contemporâneo, e mais, o aluno ainda é questionado do por que deste fenômeno não ter ocorrido “na época das Cruzadas ou das Grandes Navegações?”

Percebe-se a partir deste fragmento do texto que o aluno é induzido a acreditar que o efeito estufa é um agente maléfico ao planeta Terra, e que ainda, em tempos de outrora o mesmo não existia, sem qualquer outra explicação trazida pelo texto. Assim, pode-se gerar uma interpretação errônea de o efeito estufa simplesmente ter surgido em épocas mais recentes, e a partir de seu surgimento o homem contemporâneo começou a enfrentá-lo como problema.

No que se refere à utilização dos recursos visuais, pouco auxilia os estudantes a compreenderem o fenômeno de maneira complexa. Um exemplo disso pode ser observado na reprodução da figura que segue, e a presença de uma legenda que faz referência apenas às porcentagens de radiação emitida pelo Sol, refletida e absorvida pela Terra, sem se preocupar em fazer qualquer reflexão mais detalhada e aprofundada do fenômeno efeito estufa:

- 1 – 100% da radiação solar que atinge a Terra.
- 2 – Cerca de 25% da radiação solar recebida é refletida pelas nuvens e se perde no espaço.
- 3 – Cerca de 5% da radiação solar que atinge a Terra é refletida por sua superfície e se perde no espaço.
- 4 – Cerca de 45% da radiação solar que chega à Terra (solo e oceanos) é absorvida, aquecendo-a.
- 5 – Cerca de 25% da radiação solar é absorvida pela atmosfera, provocando seu aquecimento (efeito estufa).
- 6 – Parte da radiação absorvida pela superfície da Terra é convertida em radiação infravermelha, que aquece o solo e a água, e o restante é emitido.
- 7 – Parte da radiação infravermelha emitida pela Terra se perde no espaço.
- 8 – Parte da radiação infravermelha emitida pela Terra é absorvida pela atmosfera (efeito estufa).



Efeito estufa.

Fonte: SÃO PAULO. Secretária da Educação. Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo: Caderno do Aluno, Química, 1ª. Série do Ensino Médio, Vol. I, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017, p. 76.

Outro trecho ilustra a superficialidade de como o tema efeito estufa é tratado:

Efeito estufa é o aquecimento da camada gasosa (atmosfera) que envolve a Terra em razão da absorção de radiações eletromagnéticas. Os gases que compõem a atmosfera têm diferentes capacidades de absorção. Apesar do gás carbônico estar presente em pequena quantidade (0,033% em volume), possui uma grande capacidade de absorver essas radiações, sendo responsável por cerca de 60% do efeito estufa. A retenção de calor provocada pelo efeito estufa (SÃO PAULO, 2014-2017a, p. 76).

O fragmento acima se limita a mencionar apenas o gás carbônico como principal responsável pela absorção da radiação eletromagnética,

desconsiderando os demais gases que participam do fenômeno efeito estufa com igual importância. Porém, o texto do material didático afirma que o gás carbônico é “responsável por cerca de 60% do efeito estufa”, informação que não vai de encontro com as afirmações de Xavier e Kerr (2004, p. 330) que assinalam que “(...) o vapor de água participa com 65% do efeito, o CO₂ com 32% e os demais gases com apenas 3%. Claro, portanto, que o vapor de água é o principal gás estufa e que o CO₂ é o segundo em importância, com uma contribuição que é a metade do primeiro.”

Assim, o material didático não salvaguarda a essência do saber sábio na transposição para o saber a ensinar, assim as explicações acerca do fenômeno efeito estufa e seus desdobramentos foram feitas de maneira simplistas e errôneas, comprometendo o rigor científico e prejudicando a compreensão global e complexa do efeito estufa e os fenômenos envolvidos.

Outra passagem do texto do Caderno do Aluno causa estranhamento:

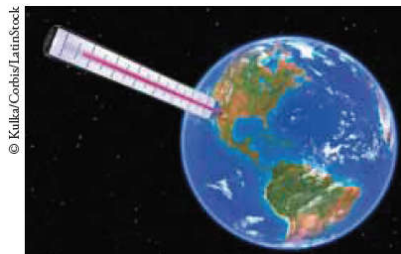
Você já estudou alguns impactos ambientais causados por ações humanas na atmosfera, como a intensificação do efeito estufa, o aumento da acidez da água da chuva etc. Vamos aprofundar esses assuntos estudando um pouco mais os desequilíbrios ambientais na atmosfera e discutindo como podemos contribuir para enfrentar esses problemas (SÃO PAULO, 2014-2017e, p. 43).

Cabe citar que, que em nenhum momento deste Volume ou no Volume 1 do Caderno do Aluno da Disciplina de Química da 3ª Série do Ensino Médio, foi mencionada qualquer referência sobre “a intensificação do efeito estufa”, e essa referência também não é encontrada em nenhum dos demais Volumes do Caderno do Aluno da Disciplina de Química de nenhuma Série do Ensino Médio.

A intensificação do efeito estufa é considerada uma das causas do aquecimento global, fenômeno este que também não foi explorado por nenhum dos Volumes do Caderno do Aluno da Disciplina de Química do Ensino Médio.

Outro exemplo de falta de rigor científico e comprometimento da transposição didática no tocante aos recursos visuais é a ilustração presente no Caderno do Aluno Volume 1 da disciplina de Física da 2ª Série do Ensino Médio. O material traz uma ilustração de um termômetro colocado de maneira diagonal ao planeta Terra, fazendo alusão à medição de temperatura do mesmo.

Ilustração esta que não faz qualquer sentido na abordagem do tema efeito estufa, desconsiderando o rigor científico e não trazendo nenhuma informação que poderia consolidar melhor a construção do conhecimento do aluno, como pode ser observado na imagem abaixo:



Fonte: SÃO PAULO. Secretária da Educação. Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo: Caderno do Aluno, Física, 2ª. Série do Ensino Médio, Vol. 1, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017, p. 56.

A transposição didática não atendeu, neste Caderno, os critérios aqui analisados, visto que, não há qualquer menção conceitual que explique de forma mais detalhada e aprofundada o fenômeno natural efeito estufa.

O material didático ainda compara “um carro exposto ao Sol” e “uma estufa de plantas” com o fenômeno natural efeito estufa, comparação simplista que desconsidera os fenômenos físicos fundamentais desse processo natural, deixando à margem explicações importantes que compromete o processo de alfabetização do aluno em relação ao ensino do tema aqui investigado.

Sendo assim, segue a tabela síntese com os resultados da investigação realizada nos Cadernos dos Alunos das Disciplinas de Química, Física e Biologia.

Tabla 1: Resultados da análise geral dos Cadernos dos Alunos das disciplinas de Química/Física/Biologia

Categorias referenciais	Categoria de Classificação	1ª Série			2ª Série			3ª Série		
		Quim. /Fis. /Biol.			Quim. /Fis. /Biol.			Quim. /Fis. /Biol.		
		Vol. 1	Vol. 2		Vol. 1	Vol. 2		Vol. 1	Vol. 2	
		Qui/Fis/Bio	Qui/Fis/Bio		Qui/Fis/Bio	Qui/Fis/Bio		Qui/Fis/Bio	Qui/Fis/Bio	
Conteúdos teóricos	Adequado									
	Adequado com Ressalva				x					
	Inadequado	x	x							x
	Ausente neste Material		x	x	x	x	x	x	x	x
Recursos visuais	Adequado									
	Adequado com Ressalva									
	Inadequado	x				x				
	Ausente neste Material		x	x	x	x	x	x	x	x
	Adequado									

[illegible]

Como pode-se observar na tabela, nenhum dos 18 Volumes foi considerado “Adequado” em nenhuma das Categoria Referenciais, sendo evidente a Classificação “Ausente neste Material”, praticamente presente em todas as Categorias de Classificação. Portanto, percebe-se que o tema efeito estufa é abordado parcamente nestes materiais, e quando há algum tipo de abordagem do tema aqui referido, é feito de forma inadequada ou com “Adequado com Ressalva”, como no caso apenas do Volume 1 da Disciplina de Física da 2ª Série do Ensino Médio, na Categoria referencial “Conteúdos teóricos”.

4. Análises dos Livros Didáticos do PNLDEM

A investigação dos livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio PNLDEM (2015, 2016 e 2017), foi desenvolvida a partir dos mesmos critérios utilizados na análise dos Cadernos dos Alunos, as Categorias Referenciais e Classificação nortearam a investigação aqui pretendida.

Foram investigados nos livros didáticos, como nos Cadernos dos Alunos, os Capítulos, Títulos e Subtítulos que de alguma forma contemplaram o tema efeito estufa. O que se observou na verificação destes materiais didáticos foi que o tema é abordado em muitos deles de maneira muito semelhante ao encontrado no Caderno do Aluno, com uma perspectiva superficial, apresentando carência no que tange a explicações mais detalhadas referentes aos fenômenos envolvidos no efeito estufa. Os materiais apresentam comprometimento da transposição didática e falta de rigor científico em muitas ilustrações e conteúdos teóricos que abordam o efeito estufa.

A apresentação dos gases responsáveis pelo efeito estufa é feita pelo material didático de forma bastante superficial, citando-os apenas, como pode-se observar no seguinte excerto:

(...) existem na atmosfera vapor de água e gases como o dióxido de carbono, o metano, o monóxido de nitrogênio e o ozônio, que,

apesar de estarem presentes em quantidades ínfimas, são capazes de formar uma camada de proteção – como a de um vidro de uma estufa – que retém parte da radiação infravermelha emitida pela Terra (C), possibilitando a existência das mais variadas espécies de vida. Além disso, essa camada de gases e de vapor de água reflete parte do calor emitido pelo Sol (FONSECA, 2013a, p. 59).

O material didático faz referência à retenção de parte da radiação infravermelha emitido pelo Planeta e faz menção à reflexão de parte do calor emitido pelo Sol, mas não explica como isso ocorre e desconsidera todo dinamismo dos fenômenos envolvidos nesse processo.

O livro didático ainda apresenta uma imagem que tenta retratar o efeito estufa no planeta Terra, cuja compreensão por si só fica prejudicada pela superficialidade das informações apresentadas pela linguagem não verbal que aparecem na imagem, e não se detém a uma elucidação mais apurada do fenômeno, limitando-se a dizer em um texto explicativo ao lado da imagem que:

A radiação solar atravessa a atmosfera e aquece a superfície terrestre. Uma parte dessa radiação solar é refletida pela superfície da Terra de volta ao espaço. Outra parte da radiação solar refletida pela superfície da Terra não consegue deixar a atmosfera por causa da camada de gases de efeito estufa e é novamente refletida para a superfície da Terra (FONSECA, 2013a, p. 59).

Nesta explicação o texto não menciona de que forma essa radiação aquece a superfície do Planeta, e nem como parte dessa radiação é refletida de volta ao espaço. Portanto, carece de detalhes importantes na explicação do fenômeno aqui estudado.

O texto atribui às ações antropogênicas como “queima de combustíveis fósseis”, “criação de rebanhos bovinos e caprinos para abate” (FONSECA, 2013a, p. 59) a responsabilidade pelo aumento considerado de gases responsáveis pelo efeito estufa, e com o “(...) efeito estufa potencializado, a temperatura média do planeta tende a aumentar e, com isso, o número de furacões, de tempestades, de enchentes e suas consequências devastadoras também tendem a crescer.” (FONSECA, 2013a, p. 59).

No material existe referência à potencialização do efeito estufa, mas não explica que tal potencialização contribuir para o aquecimento global e que ambos

são fenômenos distintos. Analisa-se que a forma como o efeito estufa é apresentado nesse material, configura-se a impressão de que este fenômeno é causado exclusivamente pelas ações do homem, assumindo-se o risco de que uma leitura desatenta feita pelo aluno ou até mesmo pelo professor, poderá suscitar a compreensão de que o efeito estufa é prejudicial ao planeta, pois o texto induz ao entendimento de que tal fenômeno é precursor de catástrofes naturais.

O tema efeito estufa, neste contexto, não aparece de forma conceitual, mas sim como resultado de emissões de gases provocados por ações antropogênicas. Um leitor desavisado poderia compreender este fenômeno aqui contextualizado, como sendo algo prejudicial, provocado pela ação humana.

Um dos pontos mais críticos sobre a queima da palha da cana-de-açúcar são as emissões de gases do efeito estufa na atmosfera, principalmente o gás carbônico, CO_2 , como também o monóxido de carbono, CO , óxido nitroso, N_2O , metano, CH_4 , e a formação do ozônio, O_3 , além da poluição do ar atmosférico pela fumaça e fuligem (FONSECA, 2013b, p. 55).

O efeito estufa é visto também, como um fenômeno nocivo ao Planeta, observa-se isso no excerto abaixo:

Em cerca de 20 dias, 500 bilhões de toneladas de gelo se desfizeram na Antártida, formando milhares de *icebergs*. É um acontecimento sem precedentes e alarmante pela rapidez com que ocorreu. Os cientistas não conseguem encontrar outra explicação para o fenômeno que não o aquecimento global, causado pelo efeito estufa, por sua vez resultado da emissão de gases como o dióxido de carbono (FONSECA, 2013b, p. 126).

Analisa-se que a leitura desse fragmento, contribui para um pensar –que o efeito estufa é o responsável pelo aquecimento global, de forma que, o derretimento de toneladas de gelo na Antártida tem como consequência primária a existência do efeito estufa, que por sua vez, causa o aquecimento global. É uma afirmação simplista, pois o que provoca o aquecimento global não é propriamente dito o efeito estufa, cujo fenômeno é natural e vital para controle da temperatura média da Terra, mas sim a potencialização dos gases

responsáveis pelo o efeito estufa, causando assim, confusões conceituais e colocando o efeito estufa como vilão do Planeta.

Em outra citação contextual deste volume, o efeito estufa aparece como sendo um fenômeno provocado por atividades industriais, como se pode observar no seguinte trecho: “As atividades industriais e os veículos de transporte têm liberado nos últimos anos uma quantidade colossal de CO₂(g) na atmosfera, gerando grande preocupação com um possível aquecimento global (efeito estufa).” (FONSECA, 2013b, p. 257).

Ainda neste fragmento do texto, o efeito estufa aparece entre parênteses depois da expressão “aquecimento global”, dando a impressão de que ambos são sinônimos. Equivocamente, o aluno poderia compreender estes dois termos como sendo o mesmo fenômeno, ou seja, um sendo sinônimo do outro.

Outro texto do material didático com título de “Produção de biogás e meio ambiente” aborda o efeito estufa levando em conta o impacto ambiental, como pode-se observar no trecho que se segue com subtítulo “Crédito de Carbono”:

Por conta da alta concentração de metano (em torno de 50%) e de dióxido de carbono (acima de 30%), o biogás é um dos principais poluentes do meio ambiente, pois contribui diretamente para o aumento do efeito estufa. Pode ser considerado até 21 vezes mais poluente que o gás carbônico [...] (ANTUNES, 2013c, p. 74).

Outro trecho que segue no parágrafo subsequente à citação acima, com o subtítulo “Fator Social” afirma que:

Na exploração do biogás [...], além de gerar energia ecologicamente correta, reduz a emissão de gás metano no meio ambiente, melhorando não só as condições para redução do efeito estufa e aquecimento global, mas reduzindo significativamente os efeitos causados por odores desagradáveis à população do entorno do aterro [...]. (ANTUNES, 2013c, p. 74).

O que se observa nestes dois trechos é uma notória contradição a respeito do que realmente contribui para o aumento ou para a redução do efeito estufa. O texto com subtítulo “Crédito de Carbono”, defende a ideia de que o biogás é principal responsável pelo “aumento do efeito estufa”, em virtude da alta concentração de metano e de dióxido de carbono em sua composição. Já o texto

com subtítulo denominado “Fator Social”, o biogás não é mais o vilão, passando a contribuir, portanto, com a “redução do efeito estufa”.

Desta forma, esses trechos mais confundem do que esclarecem as possíveis causas da redução ou aumento dos gases responsáveis pelo efeito estufa, comprometendo gravemente o processo de aprendizagem do aluno.

Em outro livro didático o tema efeito estufa é referenciado em um Capítulo denominado “Transmissão de Calor”, em um texto cujo subtítulo é “Transmissão por irradiação”. Sendo assim, o texto que faz referência a este fenômeno o explica da seguinte forma:

As estufas para o cultivo de certas plantas possuem cobertura de vidro ou de plástico. O vidro é um material opaco à radiação infravermelha, ou seja, ele não deixa esse tipo de radiação atravessá-lo.

A luz solar, contudo, ao atravessar o vidro e incidir nas plantas e nos objetos da estufa, é em parte absorvida. Com isso as partículas que compõem os objetos e plantas desse local passam a vibrar mais, emitindo radiação infravermelha, que não atravessa o vidro e é absorvida pelos gases presentes dentro da estufa, como o gás carbônico e o vapor-d'água.

Dessa forma, a temperatura interna aumenta consideravelmente, facilitando o desenvolvimento das plantas. Esse fenômeno é conhecido como efeito estufa (BONJORN, 2013b, p. 57).

Nesta passagem do texto não se identifica conceitualmente a dinâmica do fenômeno efeito estufa aqui investigado, no último parágrafo, fica claro que não há qualquer intenção deste material em comparar o fenômeno natural efeito estufa a uma estufa de planta. Comparação essa que, por si só, já seria um erro, levando em consideração a complexidade dos fenômenos envolvidos nesse processo natural. O material didático não faz qualquer comparação a respeito do efeito estufa com uma estufa de plantas, faz sim uma afirmação, a de que o efeito estufa é o fenômeno descrito no primeiro e segundo parágrafos do trecho acima selecionado, restringindo-o aos fenômenos ocorridos no interior de uma estufa de plantas.

O último parágrafo do texto afirma que os fenômenos ocorridos no interior de uma estufa de plantas causa o aumento considerável da temperatura, promovendo o desenvolvimento das plantas ali existentes, e conclui que “(...) Esse fenômeno é conhecido como efeito estufa.” (BONJORN, 2013b, p. 57).

Essa afirmação desconsidera todos os fenômenos físicos ocorridos no real processo natural do efeito estufa, o texto não se aprofunda nos conceitos físicos envolvidos nesse fenômeno e não explica os princípios físicos básicos que os envolve.

O parágrafo seguinte do texto do material didático investigado faz outra referência, também com a mesma problemática já apontada: “O mesmo ocorre quando deixamos um automóvel fechado em dia de muito calor. Ao entrar nele depois de algumas horas, sentimos o intenso abafamento provocado pelo efeito estufa.” (BONJORNO, 2013b, p. 59). Observa-se aqui, mais uma vez, que o material didático não compara o fenômeno natural efeito estufa com “um automóvel fechado em dia de muito calor”, simplesmente afirma que o “intenso abafamento” sentido “ao entrar nele (automóvel) depois de algumas horas” é “provocado pelo efeito estufa.”

Pode-se indicar que nesses casos ocorreu um erro conceitual, pois o material didático reduziu o fenômeno efeito estufa aos fenômenos ocorridos no interior de uma estufa de plantas e de um automóvel, quando os mesmos estão dispostos ao Sol por um determinado tempo.

As afirmações feitas pelos trechos do material didático em relação ao efeito estufa desconsideram processos fenomenológicos importantes, como os fenômenos envolvidos na radiação, reflexão, emissão e absorção dos raios solares. O texto não considera que a “cobertura de vidro ou de plástico” das estufas para cultivo de plantas, ou “um automóvel fechado em dia de muito calor” provoca um fenômeno diferente dos gases responsáveis pelo fenômeno natural efeito estufa.

O texto ainda desconsidera que em uma estufa de plantas ou um automóvel fechado disposto ao Sol, não há as correntes de convecção responsáveis pela mistura do ar mais frio do exterior da estufa ou do automóvel com o ar mais quente do interior dos mesmos.

Segue abaixo a tabela síntese com os resultados das investigações realizadas nos livros didáticos do PNLDEM 2015 ,2016 e 2017.

Tabla 2: Resultados da análise geral dos livros didáticos das disciplinas de Química/Física.

Categorias referenciais	Categoria de Classificação	1ª Série				2ª Série				3ª Série			
		Vol. 1				Vol. 2				Vol. 3			
		Quim.		Fís.		Quim.		Fís.		Quim.		Fís.	
Conteúdos teóricos	Adequado		x										
	Adequado com Ressalva												
	Inadequado	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ausente neste Material			x		x		x	x	x	x	x	x
Recursos visuais	Adequado		x										
	Adequado com Ressalva												
	Inadequado	x			x			x					
	Ausente neste Material		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Transposição didática	Adequado		x										
	Adequado com Ressalva												
	Inadequado	x		x	x	x	x	x	x				
	Ausente neste Material		x		x		x		x		x	x	x

Não consta nesta tabela a análise dos livros didáticos da disciplina de Biologia do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio PNLDEM (2015, 2016 e 2017), pois os mesmos, quando à produção deste artigo, estavam ainda em processo de investigação.

Para uma visualização mais completa e panorâmica, segue abaixo a tabela síntese da investigação feito nos Cadernos dos alunos como também nos livros didáticos do PLNDEM, com o intuito de demonstrar uma comparação entre os materiais analisados.

Tabla 3: Resultados da análise geral dos Cadernos dos Alunos das disciplinas de Química/Física/Biologia e dos livros didáticos das disciplinas de Química/Física

Categorias Referenciais	Categoria de Classificação	1ª Série				2ª Série				3ª Série			
		Caderno do Aluno		Caderno do Aluno		Caderno do Aluno		Livro Didático		Livro Didático		Livro Didático	
		Vol. 1	Vol. 2	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	
		Qui/Fis/Bio	Qui/Fis/Bio	Qui/Fis/Bio	Qui/Fis/Bio	Qui/Fis/Bio	Qui/Fis/Bio	Quim.	Fís.	Quim.	Fís.	Quim.	Fís.
Conteúdos teóricos	Adequado								x				
	Adequado com				x								
	Inadequado	x	x				x	x	x	x	x		
	Ausente neste Material	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Recursos visuais	Adequado								x				
	Adequado com												
	Inadequado	x			x			x		x			
	Ausente neste Material	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Transposição didática	Adequado								x				
	Adequado com												
	Inadequado	x			x		x	x	x	x	x		
	Ausente neste Material	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

5. Considerações Finais

A análise dos Cadernos dos Alunos e dos Livros Didáticos do PNLDEM (2015, 2016 e 2017), mostraram que quase a totalidade desses materiais didáticos não trata adequadamente o tema efeito estufa e os fenômenos que se relacionam com ele, no que tange aos conceitos científicos aceitos atualmente.

O que se observa através das tabelas sínteses que contemplam os resultados desta investigação, é que na grande maioria desses materiais didáticos investigados, os Conteúdos teóricos que deveriam abordar o tema efeito estufa em algum momento, esteve ausente, bem como os Recursos Visuais e a Transposição Didática.

Nenhum Caderno do Aluno, foi tido como “Adequado” em nenhuma das Categorias Referenciais, já os livros didáticos, apenas um Volume de todo contingente analisado foi contemplado com essa Categoria de Classificação, livro didático este que pertence à disciplina de Química Volume 1, oriundo da coleção menos distribuída das que foram investigadas.

No que tange aos Recursos visuais, dos 18 Cadernos dos Alunos investigados, 16 não apresentaram essa Categoria, e em 02 Cadernos, os Recursos visuais foram considerados “Inadequados”. Dos 18 volumes dos livros didáticos, 14 não apresentaram Recursos visuais, 03 foram considerados “Inadequados” nesse quesito, e apenas 01 livro foi considerado “Adequado” no que tange aos Recursos visuais, e este único livro pertence à disciplina de Química Volume 1, proveniente da coleção menos distribuída das que foram investigadas.

Quanto à transposição Didática, dos 18 Volumes dos Cadernos dos Alunos, 15 não apresentaram essa Categoria, e 03 Volumes foram classificados como “Inadequado”. No que tange aos livros didáticos, 10 não apresentaram a Transposição Didática, 07 tiveram a Transposição didática considerada “Inadequada”, e apenas 01 Volume foi considerado “Adequado” a essa Categoria.

Tais dados precisam ser considerados tendo a sala de aula como contexto principal, uma vez que as informações, os conhecimentos, os conceitos, são disponibilizadas aos alunos por meio destes materiais didáticos, e construções errôneas sobre um assunto podem ser levadas pelo aluno durante

toda sua vida. Sendo assim, os materiais de apoio pedagógico aos professores e aos alunos do sistema de ensino Paulista, deveriam apresentar uma visão mais profunda e complexa do efeito estufa, tendo em vista, a importância desse fenômeno para o Planeta.

O efeito estufa é abordado nesses materiais didáticos ancorado em temáticas como o aquecimento global, desequilíbrio ambiental, ações antropogênicas, mudanças climáticas e desastres ambientais, mas não é abordado conceitualmente de maneira complexa e global, cerceando a construção adequado do saber científico do aluno a respeito desse assunto tão importante. A forma como o tema se apresenta nos materiais analisados, pouco contribui para a promoção de uma adequada alfabetização científica, fazendo-se urgente uma revisão desses materiais, tendo em vista que, ser esse um assunto de domínio público e de importância relevante na formação do futuro cidadão que ainda está construindo seu senso crítico científico nos bancos escolares.

6. Referências

BOGDAN, R; BIKKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Porto Editora, 1994. p.47-51.

LÜDKE, M; ANDRÉ, E.D.A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 2012.

SÃO PAULO (ESTADO). Resolução SE - 76, de sete novembro de 2008. Dispõe sobre a implementação da Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o Ensino Fundamental e para o Ensino Médio, nas escolas da rede estadual. Disponível em < http://siau.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/76_08.HTM?Time=18/01/2016%2010:46:22> Acesso em: 18 jan. 2016.

VASCONCELOS, S.D; SOUTO, E. *O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental – Proposta de Critérios para Análise do Conteúdo Zoológico*. Ciência & Educação, v. 9, n. 1, p. 93-104. 2003.

XAVIER, M. E. R.; KERR, A.S. *Análise do Efeito Estufa em Textos Paradidáticos e Periódicos Jornalísticos*. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 21, n. 3: p. 325-349, dez 2004.

Cadernos dos Alunos Analisados

SÃO PAULO. Secretária da Educação. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Química, 1ª. Série do Ensino Médio, Vol. I, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017a.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Química, 1ª. Série do Ensino Médio, Vol. II, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017b.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Química, 2ª. Série do Ensino Médio, Vol. I, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017c.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Química, 2ª. Série do Ensino Médio, Vol. II, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Química, 3ª. Série do Ensino Médio, Vol. I, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017d.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Química, 3ª. Série do Ensino Médio, Vol. II, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017e.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Física, 1ª. Série do Ensino Médio, Vol. I, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017f.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Física, 1ª. Série do Ensino Médio, Vol. II, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Física, 2ª. Série do Ensino Médio, Vol. I, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017g.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Física, 2ª. Série do Ensino Médio, Vol. II, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Biologia, 1ª. Série do Ensino Médio, Vol. I, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017h.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Biologia, 1ª. Série do Ensino Médio, Vol. I, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017h.

_____. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo**: Caderno do Aluno, Física, 1ª. Série do Ensino Médio, Vol. II, São Paulo. Nova Edição, 2014-2017i.

Livros Didáticos do PNLDEM (2015, 2016 e 2017) Analisados.

FONSECA, M. R. M. **Química**. Vol. 1. São Paulo: Ática, 2013a.

_____. **Química**. Vol. 2. São Paulo: Ática, 2013b.

_____. **Química**. Vol. 2. São Paulo: Ática, 2013.

ANTUNES, M. T. **Ser Protagonista** – Química. Vol. 1. São Paulo: SM, 2013a.

_____. **Química. Ser Protagonista** – Química. Vol. 2. São Paulo: SM, 2013b.

_____. Revista Brasileira de Iniciação Científica, Itapetininga, v.4, n.2, 2017. _____

- _____. Química. **Ser Protagonista** – Química. Vol. 3. São Paulo: SM, 2013c.
- SANTOS, W. L. P. et al. **Química Cidadã**. Vol. 1. São Paulo: AJS, 2013a.
- _____. **Química Cidadã**. Vol. 2. São Paulo: AJS, 2013b.
- _____. **Química Cidadã**. Vol. 3. São Paulo: AJS, 2013c.
- BONHORJO, J.R. et al. **Física: Mecânica**. Vol. 1. São Paulo: FTD, 2013a.
- _____. Física: **Termologia, Óptica e Ondulatória**. Vol. 2. São Paulo: FTD, 2013b.
- _____. Física: **Eletromagnetismo e Física Moderna**. Vol. 3. São Paulo: FTD, 2013.
- STEFANOVITS, A. **Ser Protagonista** – Física. Vol. 1. São Paulo: SM, 2013.
- _____. **Ser Protagonista** – Física. Vol. 2. São Paulo: SM, 2013.
- _____. **Ser Protagonista** – Física. Vol. 3. São Paulo: SM, 2013.
- XAVIER, C; BARRETO, B. **Física Aula por Aula**. Vol. 1. São Paulo: FTD, 2013.
- _____. **Física Aula por Aula**. Vol. 2. São Paulo: FTD, 2013.
- _____. **Física Aula por Aula**. Vol. 3. São Paulo: FTD, 2013.