



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
(LINHA DE PESQUISA: EDUCAÇÃO AMBIENTAL)

O TEMA MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL II: um estudo a partir do PNL D
2014

Nijima Novello Rumenos

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Educação.

Julho – 2016

NIJIMA NOVELLO RUMENOS

O TEMA MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL II: um estudo a partir do PNL D 2014

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Silva
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Rosa Maria Feiteiro Cavalari

Rio Claro
2016

372.357 Rumenos, Nijima Novello
R936t O tema mudanças climáticas nos livros didáticos de
ciências da natureza para o ensino fundamental II : um estudo
a partir do PNLD 2014 / Nijima Novello Rumenos. - Rio
Claro, 2016
157 f. : il., figs., tabs., quadros

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Luciano Fernandes Silva
Coorientadora: Rosa Maria Feiteiro Cavalari

1. Educação ambiental. 2. Ensino de Ciências. 3.
Mudanças climáticas. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro




CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: O TEMA MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIA DA NATUREZA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL II: um estudo a partir do PNLD 2014


AUTORA: NIJIMA NOVELLO RUMENOS

ORIENTADOR: LUCIANO FERNANDES SILVA


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em EDUCAÇÃO, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. LUCIANO FERNANDES SILVA
Instituto de Física e Química / Universidade Federal de Itajubá



Profa. Dra. DALVA MARIA BIANCHINI BONOTTO
Departamento de Educação / Instituto de Biociências de Rio Claro



Profa. Dra. GISELLE WATANABE CARMELLO
Centro de Ciências Naturais e Humanas / Universidade Federal do ABC

Rio Claro, 09 de setembro de 2016

Dedico...

Aos três homens da minha vida: meu avô Mário (in memoriam), ao meu pai Mauro e ao meu noivo João.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, prof. Luciano Fernandes Silva, por acreditar em mim, compartilhar seus conhecimentos e auxiliar em minha jornada profissional e pessoal.

À minha coorientadora e amiga, prof^a. Rosa Maria Feiteiro Cavalari, por compartilhar comigo seus conhecimentos e pela ajuda nas buscas pelos livros didáticos.

À professora Dalva Maria Bianchini Bonotto, que desde o começo dividiu comigo as angústias e ideias sobre meu projeto de pesquisa e pelas suas ótimas considerações na banca.

À professora Giselle Watanabe, agradeço pelas importantíssimas considerações na banca e pela leitura atenta ao trabalho.

Aos professores suplentes Frederico Augusto Toti e Maria Bernadete Sarti da Silva Carvalho pela atenção e disponibilidade de ler meu trabalho.

Aos meus colegas do programa de pós-graduação, Dayane, Rafael, Anelize, Andrêsa, Victor, Nayra, Mariana e Vanessa que, em todos os momentos, estiveram ao meu lado me auxiliando com seus conhecimentos, carinho e amizade.

Ao grupo de pesquisa “A temática ambiental e o processo educativo” – Ágora – pelas tardes de discussões e cafezinhos que contribuíram para meu processo de amadurecimento da área educacional, principalmente na Educação Ambiental.

À minha família e amigos, pelas palavras de conforto e entendimento.

Ao meu avô Mário (*in memoriam*), que me faltam palavras para descrever seu incentivo e sua crença em meu potencial.

À minha tia Rita, minha fonte de inspiração desde pequenina a trilhar os rumos da Ciência e Educação.

Ao meu pai Mauro, pela total confiança e por toda sua inspiração e sabedoria, as quais me inspiraram cada dia mais a seguir em frente.

À minha mãe Mara, por todo o amor e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida, que me possibilitaram chegar até aqui!

Ao meu noivo João por todo o seu amor, carinho, atenção e paciência nesse momento tão especial!

Ao meu companheiro incondicional e melhor amigo: Darwin.

Assistimos ao surgimento de uma ciência que não mais se limita a situações simplificadas, idealizadas, mas nos põe diante da complexidade do mundo real, uma ciência que permite que se viva a criatividade humana como a expressão singular de um traço fundamental comum a todos os níveis da natureza.

Ilya Prigogine

RESUMO

Admitindo a importância que o tema “mudanças climáticas” apresenta para o processo educativo e a estreita relação entre esta temática e as Ciências Naturais, a presente investigação tem, como objetivo geral, identificar e analisar os significados atribuídos ao tema pelos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II, indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2014. A análise de dados foi baseada nos procedimentos da “Análise de Conteúdo”. A organização dos dados possibilitou a construção das seguintes categorias: “Considerações sobre o fenômeno do efeito estufa”, “Considerações sobre o fenômeno do aquecimento global”, “Causas das mudanças climáticas”, “Consequências das mudanças climáticas” e “Medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas”. A maioria dos livros didáticos analisados apresenta o tema em questão a partir de informações científicas. Porém quando aborda a temática das complexidades e controvérsias, por exemplo, não explora questões relativas à criticidade face aos fenômenos ambientais e sua relação com o atual modo de produção e atuação de ordem política e ética, visando buscar a formação em seu aspecto crítico.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas. Livros Didáticos. Ensino de Ciências. Educação Ambiental.

ABSTRACT

Admitting the importance of the theme "climate change" poses to the educational process and the close relationship between this topic and the Natural Sciences, this research has as main objective to identify and analyze the meanings attributed to the subject by sciences textbooks of elementary school, appointed by the National Textbook Program (PNLD) 2014. Data analysis was based on the procedures of "content analysis". The organization of the data enabled the construction of the following categories: "Considerations on the greenhouse phenomenon", "Considerations on the phenomenon of global warming", "Causes of climate change", "Impact of climate change" and "Mitigation measures related climate change ". Most textbooks analyzed presents the subject in question from scientific information. But when approaches the theme of the complexities and controversies, for example, does not explore issues related to criticality address the environmental phenomena and their relationship to the current mode of production and operation of political and ethics, aiming to seek training on their criticality.

Keywords: Climate Change. Didactic books. Science teaching. Environmental education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do efeito estufa 1.....	84
Figura 2: Esquema do efeito estufa 2.....	84
Figura 3: Comparação entre o efeito estufa natural e o efeito estufa intensificado.....	87
Figura 4: Representação da intensificação do efeito estufa.....	88
Figura 5: Esquema comparativo entre estufa de vidro e o efeito estufa da Terra....	93
Figura 6: Curva de Keeling.....	107

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** - Informações referentes aos livros didáticos de Ciências aprovados pelo PNLD 2014 para o Ensino Fundamental II, encontrados e submetidos à análise.....28
- Quadro 2** - Considerações sobre o fenômeno efeito estufa presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.....81
- Quadro 3** - Considerações sobre o fenômeno aquecimento global presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.....96
- Quadro 4** - Causas associadas às mudanças climáticas presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.....101
- Quadro 5** - Consequências associadas às mudanças climáticas presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.....116
- Quadro 6** - Medidas de mitigação relacionadas às consequências das mudanças climáticas presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.....129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação das coleções de Ciências aprovadas pelo PNLD 2014 para Ensino Fundamental II.....33

Tabela 2 - Categorias referentes aos aspectos das mudanças climáticas presentes nas coleções analisadas.....79

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CFC – Clorofluorcarboneto

ECT – Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

GEE – Gás de Efeito Estufa

IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*;

IPT – Instituto de Pesquisas tecnológicas

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MEC – Ministério da Educação

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

PNLEM – Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

SEB – Secretaria de Educação Básica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	25
2.1 Coleta e sistematização dos dados	26
2.2 Análise dos dados	34
3 A TEMÁTICA AMBIENTAL E O PROCESSO EDUCATIVO	38
3.1 As relações entre os fenômenos Efeito Estufa e Aquecimento Global com as Mudanças Climáticas	45
3.2 As principais causas, consequências e medidas de mitigação das mudanças climáticas globais	54
3.3 As contribuições do processo educativo para a compreensão do tema “Mudanças Climáticas”	64
3.4 As Mudanças Climáticas Globais e o Ensino de Ciências Naturais	67
3.5 O tema Mudanças Climáticas nos livros didáticos de Ciências	73
4 O “TEMA MUDANÇAS CLIMÁTICAS” NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS	78
4.1 Considerações sobre o fenômeno do Efeito Estufa	80
4.2 Considerações sobre o fenômeno do Aquecimento Global	95
4.3 Causas das mudanças climáticas	100
4.4 Consequências das mudanças climáticas	116
4.5 Medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas	128
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	142
REFERÊNCIAS	148
ANEXO: <i>CORPUS</i> DOCUMENTAL	158

1 INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por uma série de acontecimentos que modificou o curso da história da humanidade. Dentre estes, se destacam os grandes desastres ecológicos, sendo que seus efeitos são sentidos por todos os setores da sociedade, porém, as populações menos favorecidas experimentam com mais intensidade os prejuízos decorrentes desta crise ambiental. Diante deste contexto, vem à tona uma crescente preocupação da sociedade em relação às questões ambientais.

De acordo com Leff (2001, p. 191-192),

A crise ambiental é a crise do nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento de mundo. Esta crise apresenta-se a nós como um limite do real, que ressignifica e reorienta o curso da história: limite do crescimento econômico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social. [...] a crise ambiental é acima de tudo um problema do conhecimento.

Dentre os argumentos elaborados, para a explicação dessa “crise ambiental”, estão os que apontam que o modelo de desenvolvimento econômico e social vigente é incompatível com a ideia de sustentabilidade (CASTELNOU, 2008; MORADILLO; OKI, 2004; PEREIRA, 2010), na medida em que o modelo econômico atual, representado pelo *american way of life*, carrega uma contradição entre o “desenvolver” e o “preservar” (STAHEL, 1994).

Autores como Bigliardi e Cruz (2008), ao apresentarem considerações sobre a “crise do conhecimento”, acreditam que esta poderia ser superada através de uma reconstrução do pensamento, na medida em que busca reconstruir as relações e interconexões que foram desfeitas pela lógica cartesiana, ou seja, “religando”, “hibridizando” os saberes de forma a apresentar a realidade ambiental complexa.

Dado o contexto atual econômico há “[...] o surgimento de complexos e profundos problemas sociais e ambientais. Essa situação é um forte indicador do colapso do estilo de desenvolvimentos moderno, no plano econômico, social e ambiental.” (SILVA; TOTI; PIERSON, 2009, p. 3). São necessárias, então, “[...] mudanças das condições sociais, humanas, ambientais e éticas, embasadas na crítica ao próprio modo de vida das sociedades industriais modernas.” (MORALES, 2008, p. 18).

Bornheim (1985; 2001) destaca a complexidade da questão ecológica, na medida em que aponta que essa questão se concentra no modo como o homem torna a natureza presente. Nessa perspectiva, não devemos olhar a natureza como dominada pelo homem, mas sim, devemos nos ver parte dela. Nas palavras do autor:

[...] o que está em causa é a relação verificável entre o homem e a natureza. E não há exagero em afirmar que é apenas no decorrer dos tempos modernos que a natureza torna-se um motivo de uma invenção revolucionadora da própria maneira como o homem existe no mundo. A questão toda se concentra, portanto, no modo como a natureza se faz presente para o homem; ou melhor: no modo como o homem torna a natureza presente. (BORNHEIM, 1985, p.18).

Segundo esse autor, os conflitos gerados por essa relação problemática entre o homem e o meio ambiente tornaram-se ainda mais acentuados com a Revolução Industrial, onde o próprio planeta Terra passa a ser um objeto à disposição do homem. As máquinas se colocaram como uma extensão do corpo, tornando-o maior e mais poderoso, acelerando e aumentando sua capacidade de produção. Nesse sentido, a Ciência nunca esteve tão presente como neste momento e jamais se criou tanto. O que deveria ser algo positivo, pois multiplica a produção com um menor esforço físico, acaba por roubar a identidade de uma tradição, na medida em que concentra a riqueza nas mãos de poucos, fazendo surgir graves conflitos ambientais (BORNHEIM, 2001).

A questão ecológica hoje, ainda segundo esse autor, não é isolada, mas sim, principal. Com a história da humanidade, se reduziu a natureza a um objeto, portanto, a maneira pela qual o homem “torna a natureza presente”, compromete as próprias condições de sobrevivência da espécie humana (BORNHEIM, 1985, p. 18).

Um aspecto importante para o enfrentamento dessa “crise ambiental” é a partir das reflexões e ações do campo da educação ambiental. Acreditamos que uma maneira de auxiliar a compreensão do homem como parte integrante da natureza, seja promovendo ações educativas.

A educação ambiental surge da confluência entre o campo ambiental e o campo educativo, dando origem a tradições pedagógicas que vão seguir orientações específicas (CARVALHO, 2001). Além disso, ela surge com a intenção de reorientar a relação do ser humano com o meio em que vive.

Do ponto de vista histórico, destacam-se muitos encontros mundiais que tiveram como foco a educação ambiental. Alguns exemplos são os promovidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) do inglês *United Nations Environmental Programme* (UNEP).

Dentre eles, destaca-se o evento realizado em Estocolmo na Suécia, em 1972, e o de Belgrado na Iugoslávia, em 1975, no qual foi elaborada a “Carta de Belgrado”, com os princípios e diretrizes da educação ambiental.

Em Tbilisi, na Geórgia (ex-União Soviética), em 1977, ocorreu a primeira Conferência Intergovernamental sobre educação ambiental, organizada pela UNESCO em colaboração com o PNUMA. Neste encontro foram definidos os objetivos, princípios e características da educação ambiental, principalmente para que esta fosse incorporada aos conteúdos, diretrizes e atividades das políticas educacionais. Inicia-se aí uma visão interdisciplinar e global da educação ambiental por meio das disciplinas (ALMEIDA, 2005). A Conferência de Tbilisi define como objetivo fundamental da educação ambiental:

[...] lograr que os indivíduos e a coletividade compreendam a natureza complexa do meio ambiente natural e do meio ambiente criado pelo homem, resultante da integração de seus aspectos biológicos, físicos, sociais, econômicos e culturais, e adquiram os conhecimentos, os valores, os comportamentos e as habilidades práticas para participar responsável e eficazmente da prevenção e solução dos problemas ambientais, e da gestão da questão da qualidade do meio ambiente (UNESCO, 1997, p. 98).

No Brasil, de acordo com um documento do Ministério da Educação, chamado Educação Ambiental Legal, de 1998, a primeira vez que a educação ambiental apareceu na legislação de modo integrado foi com a Lei 6.938 de 1981 que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente (Art. 2o, X).

Anos depois, em 1992, ocorreu a Conferência Intergovernamental sobre educação ambiental no Rio de Janeiro. Com essa conferência foram criados documentos fundamentais para discussões e ações no campo ambiental até o final da década, como a “Carta da Terra”, a “Agenda 21” e a “Convenção sobre o Clima”. Essa Conferência foi marcante para que as atividades em educação ambiental se multiplicassem, tanto em nível de instituições, como numa grande quantidade de

atividades, materiais didáticos e metodologias (TRAJBER; MANZOCHI, 1996). Paralelamente às reuniões de sustentabilidade oficiais, foi produzido o “Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global”, que se refere à educação ambiental como processo contínuo de aprendizagem baseado no respeito a todas as formas de vida.

É possível dizer que os grandes eventos difundiram várias perspectivas de educação ambiental pelo mundo. Eles explicitam a existência de diferentes discursos geradores de uma diversidade de práticas diante do quadro de degradação ambiental.

Segundo Guimarães (2007, p. 19), a educação ambiental apresenta diferentes perspectivas que podem ser amplamente diferenciadas a partir das visões que as orientam sendo, uma destas, a que agrupa as propostas em conservadora e ou crítica. Nas palavras do autor:

Na sociedade há diferentes projetos educacionais que provocam diferentes visões de mundo e que delas decorrem. Algumas mais conservadoras, outras mais críticas. São entendidas como conservadoras aquelas visões de mundo comprometidas com o interesse em manter o modelo atual da sociedade; e como críticas, as propostas voltadas as transformações da sociedade em direção à igualdade e a justiça social.

Neste contexto, entende-se que a educação ambiental, em uma perspectiva conservadora, está alicerçada em postulados que, de certa forma, fragmentam a visão da realidade produzindo práticas pedagógicas centradas na mudança do comportamento do indivíduo, ou seja, baseiam-se em ações educativas individualistas e comportamentalistas. Em contrapartida, a educação ambiental, em uma perspectiva crítica, é entendida como aquela que se relaciona com ações educativas capazes de contribuir para a transformação da crise socioambiental (GUIMARÃES, 2004).

Nesse sentido, se torna muito importante a formação de cidadãos críticos em relação às questões ambientais. Para isso, apostamos no trabalho efetivo com questões relativas a complexidade dos temas ambientais.

Guimarães (2007) propõe que a educação ambiental seja um caminho promissor para que o meio ambiente passe a ser compreendido como um conjunto

sistêmico, reconhecido em sua totalidade e, parcialmente, em sua realidade complexa.

Para tanto, devemos levar em consideração que não há certezas, uma vez que as consequências da interação entre o homem e a natureza são inúmeras, e também, que são responsáveis por gerar pontos de vista distintos (REIS, 2013).

Um tema ambiental muito discutido na atualidade são as “Mudanças Climáticas”. Elas estão presentes direta e indiretamente na vida dos cidadãos e, em nossa perspectiva, devem ser entendidas a partir das complexidades inerentes aos fenômenos climáticos.

Há duas características que nos sugerem o caráter complexo das mudanças climáticas. Uma delas se dá na interação entre os diferentes fenômenos naturais que são responsáveis por essas mudanças. Esses fenômenos interagem constantemente e atribuem a essas mudanças a não linearidade, a instabilidade e a irreversibilidade dos fenômenos climáticos. Outra característica relacionada à complexidade desses fenômenos é a forma como se dá a relação entre o homem e o meio ambiente, levando a sérios riscos ecológicos (REIS, 2013).

Viégas (2010) afirma que a complexidade dos fenômenos ambientais data desde os primeiros documentos internacionais sobre educação ambiental. Temas como este, de natureza complexa, já eram abordados mesmo que com pouca discussão inicialmente, ou desprovidos de uma teoria mais aprofundada sobre o assunto. Dessa forma, essa questão passou a estar cada vez mais imersa nos estudos sobre a temática ambiental, estando cada vez mais presente – e de forma consistente – nos problemas das pesquisas que versam sobre a educação ambiental.

Frente a realidade complexa, é uma tarefa muito difícil evitarmos controvérsias, visto que não estamos lidando com certezas, mas com possibilidades, o que leva ao surgimento de dissensos sobre algumas questões relacionadas à temática ambiental, particularmente as relativas às mudanças climáticas (REIS, 2013).

De acordo com Reis (2013, p. 21):

Essa realidade complexa com a qual convivemos colabora para o surgimento de algumas controvérsias relacionadas aos fenômenos climáticos. As tentativas de explicar as origens, as causas, os efeitos das mudanças climáticas envolvem uma série de questões controversas que emergem da complexidade inerente ao fenômeno.

É importante destacar que estas controvérsias não são unicamente de origem científica, mas também são políticas, econômicas e sociais.

Segundo Watanabe-Caramello (2012), a complexidade, enquanto perspectiva da Ciência é quase ausente no âmbito escolar, em especial no ensino básico, o qual é uma etapa importante da escolaridade.

A fim de realizarmos um levantamento bibliográfico sobre nosso assunto de interesse, buscamos localizar trabalhos em que a temática referente à complexidade dos temas ambientais estivesse presente, através de questões mais específicas referentes às mudanças climáticas, e como ela é apresentada nos livros didáticos das diversas áreas do conhecimento.

Trabalhos que buscaram responder questões sobre a temática ambiental nos livros didáticos, mais especificamente quando os temas abordados estão relacionados com as mudanças climáticas, estão voltados, na maioria das vezes, para o Ensino Médio e nas áreas de Biologia, Física, Química e Geografia. Dentre estes, se destacam os trabalhos de Lobato et al. (2009), Barreto (2009), Santos e Barros (2010), Delaqua e Bassoli (2013), Lucena e Moura (2014), entre outros.

Lobato et al. (2009) analisaram o fenômeno do efeito estufa em livros didáticos de Química de Ensino Médio, esclarecendo o tratamento e o aprofundamento dado a esse tema. Para isso, utilizaram os livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) de 2006, sendo seis selecionados na disciplina de Química e mais três que são utilizados pelas escolas na região metropolitana de Belo Horizonte.

Os autores consideraram como objetivos do ensino médio: o desenvolvimento de competências que possibilitem uma visão de mundo atualizada; a capacidade de compreensão das problemáticas abordadas pelos meios de comunicação e a ação e relação do ser humano com seu meio social e suas tecnologias (LOBATO et al., 2009).

Esses autores nos atentam para o fato de que os livros didáticos buscam ser um material contextualizado e atualizado com a incorporação crescente de textos e imagens originalmente publicados em revistas e jornais de divulgação científica. Além disso, afirmam também, que mesmo não sendo possível tratar o fenômeno “Efeito Estufa” de maneira muito aprofundada no ensino médio, também

não se deveria simplificá-lo tanto, como vem sendo feito em alguns livros didáticos desse nível de ensino. Nas palavras dos autores:

[...] ao tratar do Efeito Estufa, tanto alunos quanto professores deveriam ter, nos materiais de apoio didático, uma visão mais completa do fenômeno, mesmo que alguns conceitos ainda não possam ser trabalhados neste nível de ensino (LOBATO, et al., 2009, p. 22).

Em sua dissertação de mestrado, Barreto (2009), parte do princípio de que existem incertezas a respeito da influência antrópica na intensificação do efeito estufa natural. Para tanto, busca verificar como o tema referente às mudanças climáticas e ao aquecimento global é abordado, em seis diferentes coleções de livros didáticos de Geografia do Ensino Fundamental (3º e 4º ciclos), editadas entre os anos de 2005 e 2008, avaliadas pelo PNLD.

De acordo com o autor, o livro didático é um instrumento fundamental no trabalho do professor e no processo de aprendizagem do aluno. Porém as análises de sua pesquisa possibilitaram a conclusão de que, muitas vezes, eles podem ser tendenciosos ou apenas mostrar uma das diversas teorias a respeito de um tema, o que não é essencial para a Geografia, na medida em que, “[...] o posicionamento crítico e questionador que supostamente os livros deveriam trazer são esquecidos ou são apresentados apenas no manual do professor.” (BARRETO, 2009, p. 115).

Para tanto, é necessário que o aluno compreenda que existem outras teorias a respeito das mudanças climáticas, pois é necessário que ele tenha “acesso a informações científicas diversas para que possa desenvolver seu senso crítico, aprender a pensar e criar conhecimentos, não dependendo apenas das informações trazidas nos manuais didáticos.” (BARRETO, 2009, p. 115).

Barreto (2009) conclui, em sua pesquisa, que os livros didáticos analisados não expõem os temas relativos ao aquecimento global e às mudanças climáticas satisfatoriamente, pois as informações podem gerar confusões nos alunos da forma como é trabalhada.

Santos e Barros (2010), por sua vez, fizeram uma análise comparativa das abordagens realizadas em livros didáticos de Física, para o Ensino Médio, sobre a questão do aquecimento global. As principais fontes destes livros foram as obras do PNLEM 2006, além de livros de uso pessoal de um dos autores e de alguns colegas de profissão do mesmo. Dessa forma, a análise atual envolveu quatorze livros

didáticos de Física do Ensino Médio adotados em escolas públicas e privadas do estado do Rio de Janeiro.

Um aspecto preocupante, evidenciado pelos autores da pesquisa, é que nos livros analisados não se diferencia o aquecimento global do efeito estufa. Além disso, apresentam a problemática do aquecimento global como um assunto acessório ao currículo. O tratamento físico é geralmente discursivo, carecendo de evidências, ou fatos comprobatórios, dos processos físicos presentes no fenômeno.

As questões socioambientais são geralmente tratadas de modo simplista e não foram encontrados livros nos quais os autores discutem o papel dos cidadãos na sociedade. “De modo geral, os livros refletem certa dificuldade de articular com coerência e rigor científico as temáticas ambientais dentro do contexto de ensino de física” (SANTOS; BARROS, 2010, p. 9).

Dessa forma, os autores concluíram a pesquisa identificando os seguintes aspectos: tratamento superficial dos conceitos físicos relevantes para a compreensão do fenômeno; uma indiferença às previsões apontadas por comissões de especialistas climáticos e a ausência de propostas práticas para comunidades que habitam zonas de risco nos grandes centros urbanos brasileiros (SANTOS; BARROS, 2010).

Um trabalho recente encontrado sobre o assunto, o de Delaqua e Bassoli (2013), teve como objetivo fazer uma análise crítica de como o fenômeno do aquecimento global é abordado em livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio, aprovados pelo PNLD 2012, tendo em vista as controvérsias que envolvem o tema no contexto científico. Os autores buscaram também identificar as possíveis visões de Ciência veiculadas por esses materiais e suas implicações para a formação dos estudantes, apontando sugestões para a abordagem de temas controversos no contexto escolar.

A partir das análises realizadas pelos autores verificou-se que:

[...] o tema aquecimento global é abordado em todas as coleções, embora não seja abordado em todos os volumes destas. Verificou-se também que o tema é abordado em diferentes unidades que foram agrupadas por nós em três áreas: ecologia, citologia e seres vivos. O tema foi abordado dentro da unidade de ecologia em todas as coleções - o que já era esperado, uma vez que o assunto tem maior interface com essa ciência, estando ausente ou em menor frequência nas demais áreas (DELAQUA; BASSOLI, 2013, p. 73).

Ao concluírem que os livros analisados retratam uma perspectiva ingênua sobre o aquecimento global, reforçando uma visão acrítica sobre a ciência, os autores sugerem algumas ferramentas para se trabalhar temas controversos na sala de aula, tais como: debates a partir de documentários; recurso multimídia e reportagens que podem ser confrontadas entre si e com os livros didáticos (DELAQUA; BASSOLI, 2013).

Lucena e Moura (2014), em seu trabalho, tiveram, como principal objetivo, identificar o(s) discurso(s) que o livro didático de Geografia, para Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano), na cidade de João Pessoa/PB, aborda sobre as mudanças climáticas globais. Os autores partem da perspectiva de que o conhecimento sobre as mudanças climáticas apresenta incertezas, o que justifica a importância de se investigar a visão antrópica do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC e/ou a visão cética, representada por um grupo de pesquisadores que acreditam que as mudanças climáticas ocorrem devido somente à dinâmica natural e cíclica da Terra) trabalhadas nos livros didáticos. Para isso, foram analisados os livros didáticos referentes à coleção “Projeto Araribá”, aprovada pelo PNL 2011, por ser a coleção mais utilizada nas escolas, no contexto em que a pesquisa se insere.

Os autores constataram que, dentre os livros didáticos da coleção analisada (Projeto Araribá), o livro do 6º ano é o que mais investe na temática das mudanças climáticas globais, ofertando aos estudantes diferentes visões acerca do processo. Somente o livro do 7º ano não aborda a temática das mudanças climáticas e, apenas, o livro do 6º ano traz a abordagem das duas visões (antrópica e cética).

Os livros do 8º e 9º ano abordam a visão do IPCC, propondo atividades que reforçam seu discurso como, por exemplo, o documentário “Uma verdade inconveniente”, dirigido por Al Gore, sugerido no livro do 9º ano. Sobre a forma como a temática da pesquisa é tratada nos conteúdos programáticos da coleção, foi visto que, com exceção do livro de 7º ano, o restante aborda a temática trabalhando-a dentro do tema “impactos ambientais” e utilizando textos no decorrer de suas unidades, além de indicação de livros, recursos audiovisuais e imagens (LUCENA; MOURA, 2014).

Como podemos perceber, nos trabalhos encontrados, a maior parte das pesquisas tem como objeto de estudo livros didáticos de Biologia, de Física e de Química, para o Ensino Médio, enquanto os livros de Geografia estudados são do

Ensino Fundamental. Importante ressaltarmos que não foram encontradas pesquisas referentes a temática estudada especificamente em livros didáticos de Ciências para o Ensino Fundamental.

A temática ambiental aparece, muitas vezes, no discurso científico, principalmente na área das Ciências Naturais. Além disso, destacamos que os anos finais do Ensino Fundamental, dada a sua importância no ensino básico, devem apresentar preocupações relativas ao posicionamento dos alunos, diante de diversas situações vivenciadas por eles, incluindo as questões socioambientais.

No contexto escolar, um material pedagógico importante para o tratamento das questões ambientais são os livros didáticos. Para tanto, o aluno deve ser orientado pelo professor a fim de que realize uma leitura crítica desses materiais, além de que, seria um aspecto positivo, que apresentassem em suas páginas diferentes visões sobre um determinado assunto, de maneira a auxiliar o debate sobre as questões relacionadas ao meio ambiente.

Além disso, o livro didático tem despertado o interesse de muitos setores da sociedade, principalmente pesquisadores, que passam a analisar esse material a fim de destacar seus aspectos educativos (BITTENCOURT, 2004).

Nossa opção pela escolha destes materiais justifica-se também, pois são amplamente divulgados nas escolas, principalmente por meio de programas do governo, e utilizados por professores e alunos, na discussão sobre diversos temas, inclusive os ambientais.

Identificando as discussões existentes nos livros didáticos sobre o tema das mudanças climáticas, poderemos, além de realçar os já existentes, sugerir pontos que mereçam maior reflexão, bem como apresentar novas possibilidades para a educação ambiental sobre o tema investigado. Sendo assim, neste trabalho optamos por analisar as coleções didáticas aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2014, ou seja, o mais recente instaurado até o momento da definição do projeto de pesquisa. Mais especificamente, optamos por analisar os livros didáticos da disciplina de Ciências destinados aos anos finais do Ensino Fundamental, ou seja, Ensino Fundamental II, sendo esta uma oportunidade de identificarmos o que está sendo veiculado nos livros didáticos sobre o tema das Mudanças Climáticas.

Dada a importância pedagógica do livro didático dentro da sala de aula e na grande veiculação de ideias e conceitos que este material apresenta, propomos os seguintes questionamentos:

- Que significados sobre o tema “mudanças climáticas” estão presentes nos livros didáticos de Ciências indicados pelo PNLD 2014 para Ensino Fundamental II?
- Que aspectos do tema “mudanças climáticas” são veiculados nos livros didáticos de Ciências para Ensino Fundamental II, indicados pelo PNLD?

A definição desse tema se justifica, uma vez que, nesse momento da escolarização é importante que os professores aprofundem a discussão com os alunos sobre temas ambientais complexos e que emergem de incertezas, como é o caso das mudanças climáticas globais, em uma perspectiva crítica.

Tendo como referência esse contexto, elaboramos os seguintes objetivos para o desenvolvimento dessa investigação:

Objetivo geral

- Identificar e analisar os significados atribuídos ao tema Mudanças Climáticas pelos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II, indicados pelo PNLD 2014.

Objetivos Específicos

- Identificar e analisar as diferentes considerações sobre origens, causas e efeitos das mudanças climáticas presentes nos livros didáticos de Ciências;
- Identificar e analisar as abordagens sobre o tema Mudanças Climáticas apresentadas pelos livros didáticos.

Organizamos a dissertação em capítulos e seus respectivos itens. Inicialmente, introduzimos o assunto a ser abordado; a pergunta de pesquisa indicando o que nos motivou a investigar esse tema e os objetivos gerais e específicos.

No segundo capítulo, buscamos relatar os procedimentos de pesquisa, divididos nos itens “Coleta e sistematização dos dados” e “Análise dos dados”.

No terceiro capítulo, intitulado “A temática ambiental e o processo educativo”, buscamos apresentar, primeiramente, os aspectos conceituais sobre o tema das mudanças climáticas, tais como: o efeito estufa e o aquecimento global e as

principais causas, consequências e medidas de mitigação das mudanças climáticas globais. Em seguida a esses aspectos conceituais, buscamos discorrer sobre as contribuições do processo educativo para a compreensão do tema “mudanças climáticas”, suas relações com o ensino de Ciências e com os livros didáticos, demonstrando a corrente teórica que seguimos para a construção das reflexões e também abordando os principais referenciais teóricos desta área de pesquisa.

No quarto capítulo, intitulado “O tema ‘Mudanças Climáticas’ nos livros didáticos de ciências”, buscamos apresentar as análises realizadas ou resultados de pesquisa, buscando responder às questões e aos objetivos propostos.

Finalmente, buscamos realizar as considerações finais desta investigação.

2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

A pesquisa em questão se caracteriza como uma pesquisa de natureza qualitativa. Essa abordagem é apresentada por Godoy (1995, P. 21) da seguinte forma:

A abordagem qualitativa enquanto exercício de pesquisa, não se apresenta como uma proposta rigidamente estruturada, ela permite que a imaginação e criatividade levem os investigadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques.

De acordo com essa autora, a pesquisa qualitativa é muito reconhecida quando buscamos estudar fenômenos que envolvem seres humanos e suas relações sociais. Esse tipo de pesquisa pode ser conduzido através de diferentes caminhos, sendo a análise dos documentos uma das possibilidades (GODOY, 1995).

De acordo com Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1998, p. 169, grifo nosso):

Considera-se como documento qualquer registro escrito que possa ser usado como fonte de informação. [...] No caso da educação, **livros didáticos**, registros escolares, programas de curso planos de aula, trabalhos de alunos são bastante utilizados.

Silva et al. (2009) destacam, em sua pesquisa intitulada “Pesquisa documental: alternativa investigativa na formação docente”, a relevância dos documentos de linguagem verbal e escrita, pois eles são os principais na área da pesquisa educacional.

Bardin (2004, p. 45), ao explicar a relação da análise de conteúdo com a análise documental, propõe a definição desta última, resumidamente, como uma operação que visa representar o conteúdo de um documento diferentemente da forma original, de forma a facilitar seu estudo, buscando “[...] dar forma conveniente e representar de outro modo essa informação”. Segundo as palavras da autora, o propósito a atingir é:

[...] o armazenamento sob uma forma variável e a facilitação do acesso ao observador, de tal forma que este obtenha o máximo de informação (aspecto quantitativo), com o máximo de pertinência (aspecto qualitativo). A análise documental é, portanto, uma fase

preliminar da constituição de um serviço de documentação ou de um banco de dados. (BRADIN, 2004, p. 45-46).

Nesta investigação os documentos, representados pelos livros didáticos, são as fontes de coleta de informações. Não só os documentos escolhidos, mas a análise deles deve responder às questões da pesquisa, exigindo do pesquisador uma capacidade reflexiva e criativa, não só na forma como compreende o problema, mas nas relações que consegue estabelecer entre este e seu contexto, no modo como elabora suas conclusões e como as comunica (SILVA et al., 2009).

Nessa perspectiva, Godoy (1995) propõe três aspectos importantes que devemos levar em consideração nesse tipo de pesquisa: a escolha dos documentos, o acesso a eles e sua análise.

Com o intuito de compor o *corpus* documental desta investigação, foram utilizadas as coleções de livros didáticos presentes no guia de livros didáticos de Ciências aprovados pelo Ministério da Educação (MEC) (BRASIL, 2013a, b), através do PNLD para os anos finais do Ensino Fundamental (sexto, sétimo, oitavo e nono anos), ou Ensino Fundamental II, mais recentemente publicado, até o momento da construção do projeto da investigação. Este guia indica a aprovação de vinte coleções de Ciências, as quais devem ser utilizadas no triênio de 2014/2015/2016. Cada coleção contém um livro do aluno para cada ano, do sexto ao nono ano, ou seja, quatro livros, totalizando oitenta livros.

As análises foram feitas baseadas na perspectiva da “Análise de Conteúdo” proposta por Bardin (2004), pois este tipo de instrumento de análise é o mais utilizado para o tipo de pesquisa que propomos (GODOY, 1995).

2.1 Coleta e sistematização dos dados

Buscamos a reunião dos livros didáticos de Ciências para Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD 2014 da seguinte forma:

- Primeiramente, foi feito o contato com as Secretarias de Ensino das regiões de Piracicaba, Rio Claro, Botucatu e Limeira;
- Após o contato com essas secretarias, algumas solicitaram o encaminhamento de um pedido formal, a fim de fazer o requerimento dos

livros. Outras nos colocaram em contato direto com as escolas, sendo elas estaduais e, em alguns casos, municipais;

- Entrando, em contato com professores, coordenadores pedagógicos e/ou diretores das escolas, conseguimos o empréstimo ou mesmo a doação da grande maioria dos livros, tomando o cuidado que todos eles tivessem o selo da aprovação do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), fazendo parte do PNLD 2014;
- Dada a dificuldade de encontrarmos algumas coleções nas buscas realizadas, solicitamos às respectivas editoras, porém, sem sucesso;
- Novas buscas foram realizadas e, no contato com professores, completamos o *corpus* documental, encontrando dezenove das vinte coleções aprovadas;
- Apenas uma coleção dentre todas – total de vinte – que foram aprovadas pelo PNLD 2014, não foi encontrada. Essa coleção tem o título “Projeto Velear – Ciências” (CARO, C. M. et al., 2012), é a primeira edição da editora Scipione e o código da coleção segundo o PNLD é: 27470COL04, sendo ela a menos distribuída na componente curricular Ciências de acordo com um documento do FNDE (disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-dados-estatisticos>).

No Quadro 1, a seguir, são apresentados os livros que foram submetidos às análises, ou seja, os que compõem o *corpus* documental do presente trabalho, os autores, título e editora. Para facilitar a identificação dessas coleções, a referência aos livros será feita por meio das letras “C” e um número crescente de acordo com a ordem alfabética dos autores das coleções. Assim, se inicia com o código C1 e termina no C19, referindo-se às dezenove coleções encontradas e analisadas.

Quadro 1 – Informações referentes aos livros didáticos de Ciências aprovados pelo PNLD 2014 para o Ensino Fundamental II, encontrados e submetidos à análise.

NOMENCLATURA	AUTOR(ES)	TÍTULO	EDITORA
C1	ALVES, J. A. P.; CAETANO, L.; GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P.	Ciências para o nosso tempo	Positivo
C2	ANDRADE, E.; SILVA, K. A. P.; FAVALLI, L. D.	Projeto Radix – Ciências	Scipione
C3	BARROS, C. A. C.; PAULINO, W. R.	Ciências	Ática
C4	BRÖCKELMANN, R. H. (Editora responsável)	Observatório de Ciências	Moderna
C5	CANTO, E. L.	Ciências Naturais Aprendendo com o cotidiano	Moderna
C6	COSTA, A. M. C. L.; SCRIVANO, C. N.	Oficina do Saber Ciências	Leya
C7	GEWANDSZNAJDER, F.	Projeto Teláris – Ciências	Ática
C8	GODOY, L. P.; OGO, M. Y..	Vontade de Saber Ciências	FTD
C9	GOWDAK, D. O; MARTINS, E. L.	Ciências Novo Pensar – Edição Renovada	FTD
C10	KANTOR et al.	Ciências, Natureza & Cotidiano	FTD
C11	MOISES. H. N.; SANTOS, T. H. F.	Ciências da Natureza	IBEP – Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas
C12	MORETTI, R.	Ciências nos dias de hoje	Leya
C13	MOZENA, E. R.; SANTANA, O. A.	Ciências Naturais	Saraiva livreiros editores
C14	NERY, A. L. P. et al.	Para viver juntos – Ciências	Edições SM
C15	PEREIRA, A. M.; SANTANA, M.; WALDHELM, M.	Perspectiva – Ciências	Editora do Brasil
C16	SCHECHTMANN E. et al.	Companhia das Ciências	Saraiva Livreiros Editores
C17	SHIMABUKURO, V. (Editora responsável)	Projeto Araribá – Ciências	Editora Moderna
C18	STERN, I.	Ciências no século XXI	Saraiva Livreiros Editores
C19	YAMAMOTO, A. C. A.; CARNEVALLE, M. R.; RODRIGUES, R. M. A.	Jornadas.cie – Ciências	Saraiva Livreiros Editores

Fonte: Adaptada do Guia de livros didáticos (BRASIL, 2013a).

No anexo, são apresentadas todas as coleções, ou seja, as vinte coleções didáticas de Ciências aprovadas para os anos finais do Ensino Fundamental, seus

respectivos autores, título, editora responsável, número da edição, ano de publicação e código da coleção segundo o PNLD 2014.

Dada a importância dos livros didáticos no processo educativo hoje, o PNLD, instituído pelo FNDE, vem distribuindo obras didáticas à rede pública no Brasil, sendo o mais antigo dos programas voltados à distribuição desses materiais aos estudantes da rede pública de ensino, iniciado em 1929. Ao longo dos anos, o programa foi sendo aperfeiçoado, inclusive possuindo diferentes nomes e formas de execução.

De acordo com o Guia de livros didáticos 2014 para os anos finais do Ensino Fundamental, publicado pelo PNLD no ano de 2013, para nortear a ação de escolha dos livros pelos professores, é necessário “[...] prover com livros didáticos de qualidade as escolas públicas dos ensinos fundamental e médio das redes de ensino que participam do Programa.” (BRASIL, 2013a, p. 8).

O foco do Programa é o ensino público e, nessa perspectiva, cada aluno tem o direito a um exemplar das disciplinas de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia, que serão estudadas durante o ano letivo. Aos estudantes do primeiro ano do Ensino Fundamental é destinada também uma cartilha de alfabetização (FREITAS; RODRIGUES, 2008).

Importante indicar que um edital especifica os critérios para a inscrição das obras, sendo que estas coleções passam por várias etapas de um processo de avaliação elaborado pelo MEC. Esse processo de funcionamento do PNLD passa por várias etapas descritas mais detalhadamente no site do FNDE (Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-funcionamento>).

Resumidamente são as seguintes:

1. **Adesão** – Nesse momento, as escolas interessadas em participar do programa devem manifestar interesse;
2. **Editais** – Há editais que estabelecem regras para as inscrições das coleções didáticas no programa. Eles são publicados no Diário Oficial da União e também disponibilizados no portal do FNDE na internet. Esses editais determinam os prazos e as exigências para que o próximo passo ocorra;
3. **Inscrição das editoras** – Nesse momento, as editoras deverão fazer as inscrições de suas obras. Após essa etapa, as obras passarão por uma triagem e pela avaliação, que será descrita resumidamente a seguir;

4. **Triagem/Avaliação** – Possibilita a escolha das obras que se enquadram nas exigências (técnicas e físicas) do edital. Essas obras também passarão por uma avaliação pedagógica realizada pelos especialistas escolhidos pela Secretaria de Educação Básica (SEB) do MEC. Resenhas das coleções escolhidas são realizadas e passarão a compor o “Guia de livros didáticos”;
5. **Guia do livro** – Esse guia é disponibilizado na internet e enviado para as escolas cadastradas. Ele compõe os livros que deverão ser escolhidos pelas escolas;
6. **Escolha** – Os livros didáticos passam por um processo democrático de escolha, com base no guia de livros didáticos. Diretores e professores analisam e escolhem as obras que serão utilizadas pelos alunos em sua escola, de acordo com o planejamento pedagógico;
7. **Pedido** – A formalização da escolha dos livros didáticos é feita via internet. De posse de senha previamente enviada pelo FNDE às escolas, professores fazem a escolha on-line, em aplicativo específico para este fim, disponível na página do FNDE;
8. **Aquisição** – Após a compilação dos dados referentes aos pedidos realizados pela internet, o FNDE inicia o processo de negociação com as editoras. A aquisição é realizada por inexigibilidade de licitação, prevista na Lei 8.666/93, tendo em vista que as escolhas dos livros são efetivadas pelas escolas e que são editoras específicas que detêm o direito de produção de cada livro;
9. **Produção** – Concluída a negociação, o FNDE firma o contrato e informa as quantidades de livros a serem produzidas e as localidades de entrega para as editoras. Assim, inicia-se o processo de produção, que tem supervisão dos técnicos do FNDE;
10. **Análise de qualidade física** – O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) acompanha, também, o processo de produção, pois é responsável pela coleta de amostras e pela análise das características físicas dos livros, de acordo com especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), normas ISO e manuais de procedimentos de ensaio pré-elaborados;
11. **Distribuição** – A distribuição dos livros é feita por meio de um contrato entre o FNDE e a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT), que leva os livros diretamente da editora para as escolas. Essa etapa do PNLD conta com

o acompanhamento de técnicos do FNDE e das Secretarias Estaduais de Educação;

12. **Recebimento** – Os livros devem chegar às escolas alguns meses antes do uso, ou seja, do início do ano letivo.

Informações sobre os critérios que as coleções devem, ou não, adotar para participarem da seleção do PNLD 2014, estão presentes no “Edital de Convocação para o processo de inscrição e avaliação de coleções didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático – PNLD 2014”, elaborado pelo Ministério da Educação, disponível no site do FNDE <<http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-editais>>. Nesse edital são considerados os *critérios eliminatórios comuns*, sendo que os livros didáticos de todas as disciplinas curriculares devem seguir e os *critérios eliminatórios específicos* de cada uma das áreas. Segundo os “Princípios e critérios de avaliação para o componente curricular Ciências”, presente no referido edital:

O estudante deve ser orientado para a investigação de fenômenos e temas que evidenciem a utilidade da Ciência para o bem-estar social e para a formação de cidadãos aptos a responder aos questionamentos com que frequentemente nos defrontamos. Assim, deve valorizar temas e práticas contextualizadas, próximas da realidade e do dia a dia dos alunos, favorecendo a compreensão de como a ciência e a tecnologia são produzidas e afetam nossa sociedade. Nosso ambiente de vida oferece variadas e atraentes possibilidades de estudo, permitindo ao aluno observar, levantar hipóteses, medir, experimentar, fazer contas, ler, escrever, desenhar e se envolver de forma a construir um conhecimento científico e uma visão crítica do mundo que o cerca. (BRASIL, 2011, p. 58-59).

Além disso, dentre os critérios eliminatórios para o componente curricular Ciências, o edital também aponta para a importância de que os textos e atividades presentes nos livros didáticos colaborem com o debate sobre repercussões, relações e aplicações do conhecimento científico na sociedade, além do incentivo à postura de respeito ao ambiente, conservação e manejo corretos.

Para que os avaliadores analisem as coleções inscritas no edital, há uma ficha de avaliação, encontrada no próprio edital e no Guia dos livros didáticos 2014, que foi organizada de acordo com as características gerais (ou categorias) de análise, porém, os itens específicos de cada categoria são eliminatórios, ou seja,

uma resposta negativa a qualquer item exclui a obra. As categorias de análise são as seguintes:

1. **Adequação à legislação educacional:** analisa se a obra didática atende à legislação, às diretrizes e às normas oficiais que regulamentam o Ensino Fundamental no Brasil;
2. **Ética e cidadania:** analisa se a obra respeita os princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social. Em um dos itens dessa análise é questionado: “A coleção contribui para desenvolver uma atitude de respeito, conservação, uso e manejo correto do ambiente?”. Na presente categoria os avaliadores são orientados a analisar a questão ambiental nas obras didáticas;
3. **Proposta pedagógica:** analisa se a obra apresenta coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela coleção no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;
4. **Conteúdo:** analisa se a obra apresenta correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos. Nessa categoria há a questão “A obra apresenta textos e atividades que colaborem com o debate sobre as repercussões, relações e aplicações do conhecimento científico na sociedade?”. Entendemos que essa pergunta possa dialogar com as questões ambientais que devem estar presentes nos livros didáticos, já que repercute diretamente na sociedade como um todo;
5. **Ciência, pesquisa e experimentação:** essa categoria é proposta para analisar aspectos relacionados à investigação e à experimentação nas obras didáticas;
6. **Manual do professor:** nessa categoria, os avaliadores buscam analisar as características e finalidades específicas do manual do professor e a adequação da coleção à linha pedagógica nele apresentada. Na presente categoria há uma reflexão sobre o auxílio do livro didático na prática do professor;
7. **Projeto editorial:** analisa a adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógico da coleção.

Além dessas categorias, os avaliadores também são orientados a realizar os “Comentários finais”, que destacam os principais aspectos positivos e negativos da obra; as sugestões de uso “Em sala de aula” da coleção e as “Falhas pontuais” encontradas nas obras.

A ficha de avaliação descrita apresenta muitas outras questões importantes em cada categoria analisada, porém, procuramos descrever as que mais tinham relações com as questões socioambientais, por ser o foco do nosso trabalho.

Apresentam-se, na tabela a seguir, os critérios utilizados pela equipe de avaliação da área de Ciências na forma de questões que constaram da Ficha de Avaliação da obra impressa e da Ficha de Avaliação dos Conteúdos Multimídia. A cor mais fraca representa menor nota nos parâmetros comparados pela tabela 1, enquanto a cor mais forte representa notas maiores, ou seja, indica uma melhor adequação da coleção aos critérios analisados.

Tabela 1 - Comparação das coleções de Ciências aprovadas pelo PNLD 2014 para Ensino Fundamental II.

Coleção	Proposta pedagógica	Conteúdo	Ciência, Experimentação e Pesquisa	Manual do Professor	Projeto Editorial
C1					
C2					
C3					
C4					
C5					
C6					
C7					
C8					
C9					
C10					
C11					
C12					
C13					
C14					
C15					
C16					
C17					
C18					
C19					

(-)			(+)
-----	--	--	-----

Fonte: Adaptada do Guia de livros didáticos (BRASIL, 2013b).

De acordo com essa classificação, presente no Guia do livro didático de Ciências para os anos finais do Ensino Fundamental, o livro melhor analisado foi o C13, que corresponde à coleção “Ciências Naturais” da Saraiva Livres Editores, das autoras Erika Regina Mozena e Olga Aguilar Santana. Sendo esta a única coleção a receber nota máxima em todas as categorias analisadas.

Embora esta pesquisa detenha-se aos livros didáticos usados nas escolas no triênio de 2014/2015/2016 que, por sua vez, fazem parte do PNLD 2014, cabe ressaltar que já foram publicados os Guias do PNLD 2015 e 2016, porém, estes respectivamente, são para o Ensino Médio e para os anos iniciais do Ensino Fundamental. Um edital recente, já encerrado, referente ao PNLD 2017 compreende as coleções didáticas dos anos finais do Ensino Fundamental para as diversas áreas disciplinares.

Diante do panorama apresentado até o momento, podemos pensar nas seguintes questões: Os livros didáticos, da forma como são formulados hoje, dão conta de veicular os temas ambientais importantes no contexto atual como a problemática das mudanças climáticas? Se sim, como o fazem?

Para tanto, buscamos responder às questões norteadoras da pesquisa buscando o auxílio da análise dos dados, a qual será explicada a seguir.

2.2 Análise dos dados

Em todos os livros localizados, foram analisados os temas relativos às mudanças climáticas, ao longo de todos os volumes (sexto, sétimo, oitavo e nono anos) das referidas coleções, visando responder às questões e aos objetivos propostos para essa pesquisa.

Como já apontado, a análise dos dados foi realizada com base nos procedimentos da “Análise de Conteúdo” proposta por Bardin (2004). A autora afirma que esse tipo de análise é:

Um conjunto de técnicas que permitem a exploração e análise das informações de uma pesquisa. É por meio da análise de conteúdo que é possível retirar informações contidas em um texto, interpretá-las podendo assim relacioná-las ao contexto em que se deu determinada produção [...] a intenção da Análise de Conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não) (BARDIN, 2004, p. 26).

Para tanto, é importante considerarmos que “[...] qualquer comunicação que veicule um conjunto de significações de um emissor para um receptor pode, em princípio, ser decifrada pelas técnicas da análise de conteúdo.” Esse tipo de análise “[...] parte do pressuposto de que, por trás do discurso aparente, simbólico e polissêmico, esconde-se um sentido que convém desvendar.” Para tanto, é necessário que o pesquisador busque compreender as características, estruturas e/ou modelos por trás dos excertos tomados em consideração (GODOY, 1995, p. 23).

De acordo com Bardin (2004), as diferentes fases da análise de conteúdo organizam-se da seguinte maneira: 1) Pré-análise; 2) Exploração do material; 3) Tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A primeira fase refere-se à “pré-análise” e é a etapa de organização propriamente dita. Ela tem como objetivo sistematizar as ideias iniciais e devem-se cumprir três missões: “[...] a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentam a interpretação final” (BARDIN, 2004, p. 95).

Essa fase tem por objetivo a organização e, portanto, se compõe por atividades “não estruturadas”, como: a) a *leitura “flutuante”*, que permite o estabelecimento de contato com os documentos, “deixando-se invadir por impressões e orientações”; b) a *escolha dos documentos*, de acordo com o objetivo de pesquisa; c) a *formulação das hipóteses e dos objetivos*, a qual foi feita *a priori*, ou seja, a fim de buscarmos nossas suposições no material; d) a *referenciação dos índices e a elaboração de indicadores*, sendo o índice a menção explícita a um determinado tema em uma mensagem – no nosso caso o tema é o das “mudanças climáticas” – e o indicador a frequência com que esse tema aparece, e por último e) a *preparação do material*, que é a edição do mesmo (BARDIN, 2004, p. 96).

A segunda fase é a “exploração do material” e deve ser administrada de forma sistemática, de acordo com as decisões tomadas na fase de “pré-análise”. A terceira fase é o “tratamento dos resultados obtidos e interpretação”, onde os “resultados brutos” são tratados de maneira a serem “significativos e válidos”, permitindo a elaboração de quadros de resultados que “condensam e põem em relevo as informações fornecidas pela análise”. Por meio de análises estatísticas e

perante os resultados, podem-se propor inferências e interpretações em regimento com os objetivos (BARDIN, 2004, p. 101).

Em relação à codificação dos dados, Bardin (2004, p. 103-104), explica que “[...] corresponde a uma transformação – efetuada segundo regras precisas, dos dados brutos do texto”, sendo que sua organização deve ser feita a partir do “recorte: escolha das unidades”; “enumeração: escolha das regras de contagem” e “classificação e agregação: escolha das categorias.”

Para o recorte do texto em elementos, a autora considera a escolha das *unidades de registro*, que “É a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial.” Para a *unidade de registro* – existe um modo de contagem, ou *regra de enumeração*. A utilizada nesse trabalho é a *frequência*, na medida em que todas as aparições possuem o mesmo peso, pois tem igual importância e, também, quanto maior for a frequência de aparição do item, supõe-se que seja mais significativa, dado o contexto estudado (BARDIN, 2004, p. 104).

Após esses passos, pode-se realizar a categorização. Segundo a autora:

A *categorização* é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias, são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efectuado em razão dos caracteres comuns destes elementos (BARDIN, 2004, p. 117).

A categorização, assim como a análise documental, tem o objetivo de representar de maneira simplificada os dados brutos, transparecendo índices antes invisíveis. A análise de conteúdo realiza-se a partir das significações fornecidas por ela, sendo essa, parte da instância final dessa análise: a inferência, ou seja, uma interpretação controlada.

Buscamos seguir os passos indicados para a “Análise de Conteúdo”, para isso, após a reunião do *corpus* documental e da leitura cuidadosa do material, continuamos as análises com a elaboração das “unidades de registro”, a formação de “agrupamentos” e a organização dos dados em “categorias”. Baseado nessas

explicações, seguimos o método aplicando para nossa pesquisa, resumidamente, de acordo com as etapas:

- Foi realizada uma “leitura flutuante” de todos os livros didáticos;
- Textos onde continham assuntos relacionados às mudanças climáticas foram transcritos para o computador, formando um documento para cada coleção didática. Para facilitar a identificação, designamos o ano do Ensino Fundamental II e a página do livro referente aos excertos transcritos;
- Posteriormente, fizemos uma nova leitura dos excertos selecionados, identificamos as ideias principais e os agrupamos em novos documentos, formando uma segunda leva. Nesse novo documento foram emergindo da leitura as unidades de registro e os agrupamentos;
- Concomitantemente calculamos a frequência com que essas unidades de registro estavam presentes nos livros; o número de coleções e de livros e em quais coleções e os anos em que apareciam (6º, 7º, 8º e/ou 9º);
- Com tabelas organizadas demos prosseguimento às análises comparando-as. Após essa comparação e aprofundamento no tema proposto, e ainda considerando os expedientes de inferência da analista, emergiram as categorias apresentadas na seção de resultados desta investigação.

Importante indicar que, em nossas análises, optamos por trabalhar com categorias *a posteriori*, ou seja, é um modelo aberto construído a partir das leituras dos livros didáticos que compõem o *corpus* documental. Além disso, as unidades de registro, os agrupamentos e as categorias construídas no presente trabalho são uma forma de organizar e analisar os significados que os livros didáticos apresentam sobre o tema Mudanças Climáticas.

3 A TEMÁTICA AMBIENTAL E O PROCESSO EDUCATIVO

Um problema ambiental, diretamente relacionado às reflexões que apontam para a existência de uma crise ambiental, pode ser caracterizado pela complexidade dos fenômenos climáticos.

Com a intenção de apresentarmos alguns importantes aspectos do tema “Mudanças Climáticas”, realizamos uma retrospectiva a fim de apresentarmos as diferentes concepções relativas a essa temática.

A partir da década de 1970 aprofundaram-se as preocupações mundiais atribuídas às causas e efeitos das mudanças climáticas, na medida em que a intensificação da utilização de combustíveis fósseis tem sido apontada como principal causa das mudanças climáticas em todo o mundo, o que poderia levar ao aquecimento do planeta – visão defendida por uma grande parcela da sociedade (LUCENA; MOURA, 2014).

Diante desse contexto foram realizados diversos encontros mundiais com intuito de compreender melhor o processo das mudanças climáticas e encontrar alternativas para controlá-la e até mesmo revertê-la (LUCENA; MOURA, 2014), se é que existe essa possibilidade.

Alguns destes encontros que visaram, principalmente, a diminuição das emissões de gases-estufa, foram: a I Conferência sobre o Meio Ambiente em Estocolmo no ano de 1972, a Eco-92 no Rio de Janeiro em 1992, a Primeira Conferência das Partes (COP – I) em Berlim em 1995, a COP – 21, a mais recente, que ocorreu em Paris em 2015, entre outros eventos.

Em relação às políticas que envolvem as questões climáticas, um documento é muito importante na discussão, pois visou a mobilização de vários países para a diminuição de gases-estufa: o protocolo de Kyoto – aprovado em 1997 no Japão – e sua elaboração e aprovação tiveram grande influência nas informações contidas nos relatórios do IPCC (LUCENA; MOURA, 2014).

O IPCC tem o objetivo de compilar dados sobre as mudanças climáticas em todo o Globo, para isso, suas comissões são formadas por ambientalistas, representantes governamentais e cientistas do mundo todo, os quais, em sua grande maioria, atribuem as causas das mudanças climáticas às atividades antrópicas.

Há outra corrente de pesquisadores (os considerados céticos) que tentam explicar as causas, origens e efeitos das mudanças climáticas globais atuais vinculando-as à ideia de que o clima possui uma dinâmica própria. De acordo com essa perspectiva, indica-se que as mudanças climáticas atuais estão diretamente relacionadas com fatores naturais da Terra, de maneira que o clima se modificou várias vezes ao longo dos anos e esse processo possui várias causas, tais como a diminuição do albedo planetário – poder de reflexão de uma superfície – menor atividade vulcânica (no último século), mudanças das circulações atmosféricas e oceânicas e também nos parâmetros orbitais do globo terrestre e na produção de energia solar (SILVA; TOTI; PIERSON, 2009), ou seja, essa visão não atribui apenas às ações humanas a responsabilidade pelas mudanças no clima.

Entendemos que, tanto uma perspectiva quanto a outra, as quais consideram as causas, as origens e os efeitos das mudanças climáticas somente através de um aspecto pontual e não como um conjunto de fenômenos interligados e dinâmicos no planeta, com base em sua complexidade, podem ser consideradas visões catastróficas ou determinísticas.

Importante salientarmos que a complexidade dos fenômenos climáticos envolve, além dos fatores naturais, outros articulados com processos interativos entre a sociedade e a natureza. Isto significa, entre outros aspectos, que as análises das mudanças climáticas também devem levar em consideração as diversas concepções políticas dos governantes e os ganhos econômicos que estão por trás das negociações sobre a questão da retenção das emissões de combustíveis fósseis, principal medida de mitigação apresentada (REIS, 2013).

Diante deste cenário, as nossas tentativas de explicar os fenômenos climáticos levam em consideração a dinâmica desses fenômenos, aspecto que, segundo Watanabe-Caramello (2012), contribui para uma reflexão maior sobre os efeitos das ações antropogênicas sobre o meio ambiente. Além disso, é necessário ter em conta que uma das características essenciais do clima é sua instabilidade, sobretudo ao considerar que nele interagem vários fenômenos em uma rede complexa, sendo responsáveis por causar alterações climáticas diversas (REIS, 2013).

A perspectiva que visa compreender os fenômenos climáticos a partir de aspectos da sua complexidade, se contrapõe às análises que propõem uma descrição dos fenômenos a partir de leis deterministas em termos de trajetórias e

que os apresentam compatíveis com processos de reversibilidade, na medida em que:

Não somente a liberdade ou a possibilidade de inovação que se encontram negadas, mas também a ideia de que certos processos, como a combustão duma vela ou o envelhecimento dum animal, sejam intrinsecamente irreversíveis. Já não queremos estudar apenas o que permanece, mas também o que se transforma, as perturbações geológicas e climáticas, a evolução das espécies, a gênese e as mutações das normas que interferem nos comportamentos sociais (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p. 7).

Prigogine e Stengers (1984), em sua obra “A Nova Aliança”, na qual nos baseamos para entender aspectos da complexidade relativa aos fenômenos ambientais, principalmente quando estão relacionados a fenômenos físicos, como é o caso das mudanças climáticas, indicam que, análises pautadas exclusivamente por uma visão determinista da ciência nos impedem de ampliar o entendimento em nossas tentativas de compreender a natureza.

Dessa forma, entendemos que as análises dos fenômenos climáticos deveriam considerar processos diretamente relacionados com a irreversibilidade, de forma que eles não são reversíveis, ou seja, o clima do planeta não será mais o mesmo, independentemente da ação humana no ambiente.

Prigogine (1996), em seus estudos, defende, além da irreversibilidade dos fenômenos climáticos, que o universo é um sistema longe do equilíbrio, sendo assim apresenta instabilidades e bifurcações. Diante dessas questões surge o inédito, possibilitando a vida na Terra com a adaptação dos seres vivos nos diferentes tipos de ambientes.

Neste sentido, compreendemos, assim como Reis (2013), que é uma tarefa difícil evitar contradições e pensamentos divergentes sobre a realidade, visto que constituímos relações em um mundo instável, imprevisível e probabilístico. A autora ainda afirma que:

O fenômeno das mudanças climáticas caracteriza-se por ocorrer em um sistema aberto, sujeito a interferências de diversas variáveis, pode ser caracterizado por seu “não determinismo” (uma vez que não se prevê com exatidão onde ocorrerão as bifurcações), pela “não localidade” (não se pode determinar onde o fenômeno começa), pela “irreversibilidade” (uma vez que as consequências do fenômeno não podem ser revertidas) e pela “complementariedade” (na qual

diferentes fenômenos se estruturam de forma a interferir nas mudanças do clima). (REIS, 2013, p. 67).

Podemos então afirmar – a partir da visão pautada pela complexidade dos fenômenos climáticos – que a própria natureza das mudanças climáticas globais não possibilita análises que façam projeções marcadas por certezas. Este fenômeno apresenta uma grande quantidade de eventos inter-relacionados e, um determinado evento, pode desencadear outros não previstos. Por isso, não se sabe que resultados esperar tendo situações de riscos iminentes a serem enfrentadas.

Dessa forma, em relação aos problemas ambientais – como por exemplo, as mudanças climáticas globais – é importante que não defendamos a existência de um consenso sobre o assunto (SILVA; CARVALHO, 2007).

Neste caso, compreendemos que a realidade complexa dos fenômenos climáticos pode explicar o surgimento de diferentes posicionamentos – controvérsias – sobre as mais diversas questões ambientais, dentre elas, as mudanças climáticas globais (REIS, 2013).

Há diferentes formas utilizadas para tentar explicar os fatores que originaram as mudanças climáticas, suas causas e efeitos. Essas tentativas envolvem “[...] uma série de questões controvérsias que emergem da complexidade inerente ao fenômeno”. Nesse sentido, as controvérsias que envolvem o fenômeno das mudanças climáticas não têm somente origem científica, mas também origens políticas, econômicas e sociais, decorrentes da relação complexa que o homem estabelece com a natureza (REIS, 2013, p. 21).

Silva e Carvalho (2007, p. 8), chamam a atenção para o fato de que:

Além dos aspectos controversos produzidos no âmbito interno da comunidade científica, há também outros externos como, por exemplo, as mudanças econômicas que uma drástica diminuição da emissão de CO₂ exige. Simplesmente situar de um lado as atividades econômicas baseadas nos combustíveis fósseis como algo que representa a intenção explícita de determinados segmentos sociais de destruir a natureza ou, no outro caso, o esforço altruísta daqueles que lutam pela conservação da natureza, e entregar-se ao quixotismo de querer simplesmente anular a história, leva-nos apenas a encobrir as questões realmente importantes para serem pensadas e discutidas.

Sendo assim, há controvérsias que estão relacionadas à elaboração de diferentes visões sobre o assunto. São formuladas diferentes hipóteses relativas às

suas causas, consequências e medidas de mitigação das mudanças climáticas, denominadas “controvérsias científicas” (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015), na medida em que “buscam subsídios em resultados de pesquisas científicas”, tentando localizar diferentes cenários ou impactos em seus elementos. Além disso, pode-se dizer que, quando as controvérsias científicas aparecem relacionadas à temática ambiental, “[...] nem sempre se explicita a natureza da ciência enquanto conhecimento complexo, para tratar de um sistema complexo como é o ambiente.” (RIBEIRO, KAWAMURA, 2014, p. 163).

Percebe-se, entretanto, que a compreensão da natureza das controvérsias – associadas ao entendimento de uma realidade complexa – é distinta das controvérsias que são justificadas por hipóteses diferentes construídas a partir do mesmo conjunto de dados. Ou seja, há controvérsias de natureza científica em que claramente são apresentados argumentos de natureza determinista sobre os fenômenos climáticos, pautadas por construções hipotéticas divergentes, as quais “[...] podem estar intimamente relacionadas com questões internas e restritas à comunidade científica.” (PINA; SILVA; OLIVEIRA JÚNIOR, 2010, p. 451).

Também é importante indicarmos que as controvérsias científicas relativas às questões ambientais não se tratam somente de questionamentos relacionados aos conceitos, mas muitas vezes essas controvérsias existem em relação aos processos de medida das grandezas envolvidas, não deixando de serem controvérsias em relação ao conhecimento científico. De acordo com Ribeiro e Kawamura (2014, p. 164):

Embora cada processo possa estar cientificamente correto, pode-se verificar resultados diferentes, enquanto toma-se por base hipóteses também diferentes, não compartilhadas por todos os cientistas. As controvérsias constituem-se menos pelas relações de causalidade ou por construções conceituais e mais pela própria visão de ciência que, para lidar com sistemas complexos, precisa rever os modelos reducionistas, ou o paradigma da simplificação, e compreender o sentido dos resultados, das medidas e das previsões dos modelos utilizados.

A medida da temperatura terrestre ao longo dos anos, por exemplo, é algo altamente complexo, sobretudo ao se considerar que há variações temporais, locais, sazonais etc. Para que se tenham previsões sobre a evolução dessa temperatura, simulações necessitam ser feitas, baseadas em modelos computacionais que nunca

poderão dar conta da complexidade da realidade. Portanto, as autoras afirmam não haver controvérsias científicas de natureza epistemológica em relação a esse tema, mas sim, controvérsias relativas à utilização de “[...] uma compreensão dos sistemas e ambientes da Terra, locais ou globais, que não leva em conta, na discussão de suas medidas e resultados, o fato de se tratar de sistemas complexos.” (RIBEIRO; KAWAMURA, 2014, p. 164).

Para compreendermos melhor as diferentes opiniões acerca do tema “mudanças climáticas”, refinamos a ideia sobre controvérsias apresentada por Vieira e Bazzo (2007) e as resumimos nas seguintes hipóteses: 1) As causas das mudanças climáticas são devidas à atividade antrópica, ou seja, o homem é o único responsável por elas; 2) As causas das mudanças climáticas são devidas exclusivamente às atividades naturais, ou seja, da própria dinâmica terrestre; e 3) As causas das mudanças climáticas tem influência da dinâmica terrestre, porém, são intensificadas pela atividade antrópica, ou seja, há diversos fatores que a influenciam, devido à complexidade dos fenômenos climáticos.

A primeira hipótese pode cair no âmbito dos discursos catastrofistas e alarmistas, nos quais os governos devem tomar decisões para salvar o mundo. Este tipo de discurso, com caráter sensacionalista, aparece nos meios de comunicação, que divulgam as mudanças climáticas provenientes de ações antrópicas como sendo algo totalmente previsível (VIEIRA; BAZZO, 2007). Diante desta visão catastrófica sobre as mudanças climáticas terrestres, é importante destacarmos que a Revolução Industrial é apresentada como marco inicial da era de degradações, sendo que, é a partir deste momento na história que grandes quantidades de gás carbônico começaram a ser lançados na atmosfera (REIS, 2013).

Decorrente dessa perspectiva, a principal causa das mudanças climáticas está relacionada ao aumento da concentração na atmosfera de gases do efeito estufa (GEE), sendo eles os seguintes: gás carbônico, metano, óxido nitroso, entre outros (JACOBI et al. 2011). Importante destacarmos também que, segundo essa hipótese, o gás carbônico, geralmente, acaba por ser o grande vilão das mudanças climáticas, mais especificamente do aquecimento global, pois intensifica o fenômeno natural do efeito estufa.

Esta também é, em muitos pontos, a visão compartilhada pelo IPCC, ou seja, referem-se às ações humanas como principal e, muitas vezes, única causa das mudanças no clima.

Em relação à segunda hipótese, muitos cientistas compartilham da visão de que a Terra não é estática, ou seja, mudanças de temperatura, por exemplo, acontecem naturalmente mediante fenômenos naturais, tais como: ciclos de eras glaciais, erupções vulcânicas, diferenças na vida vegetal que cobre a maior parte do planeta, mudanças naturais na quantidade de radiação que o Sol emite e mudanças naturais na química da atmosfera (VIEIRA; BAZZO, 2007).

Esses cientistas acreditam que a dinâmica terrestre é o único fator causador das mudanças climáticas globais, sendo essa visão, assim como a que acredita que as mudanças climáticas são causadas apenas pelas atividades antrópicas, pautada por certezas.

Na terceira hipótese, que apresenta a discussão sobre as mudanças climáticas na perspectiva da complexidade, verifica-se a existência de um discurso pautado por uma visão complexa, apresentando incertezas.

Esse tipo de controvérsia está entrelaçada aos diferentes aspectos da realidade. Decisões econômicas, políticas e sociais relativas ao fenômeno das mudanças climáticas, por exemplo, podem ser caracterizados por um jogo de interesses, possibilitando o surgimento de controvérsias relativas às decisões em relação ao tema. Portanto, o reconhecimento da existência dessas controvérsias se dá de forma mais efetiva se a temática for contemplada nos aspectos científicos, sociais, econômicos, políticos e ligados ao meio natural através do viés da complexidade (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015).

De acordo com Reis, Silva e Figueiredo (2015, p. 5), o clima é considerado um sistema dinâmico complexo, na medida em que está:

Sujeito a interferência de diversas variáveis (naturais e antropogênicas), o que é responsável por caracterizá-lo pela sua não linearidade, dinamicidade, instabilidade e imprevisibilidade. Nesse caso, lidar com fenômenos ligados ao clima significa focar em possibilidades ao invés de certezas absolutas. A consideração das incertezas, independente do lado pelo qual se olha o problema, oferece espaço para o surgimento de dissensos sobre determinados pontos a elas associados.

A perspectiva de compreender os fenômenos climáticos a partir da complexidade leva em consideração que o sistema climático é constituído por muitos fatores que se relacionam, sendo essas relações responsáveis por interferir no rumo que tomam as mudanças climáticas na Terra.

Desta forma, pelos sistemas climáticos serem constituídos por inúmeras subunidades integrantes, não são passíveis de uma determinação, senão em termos de probabilidades, sendo necessário assumir uma incerteza intrínseca quanto à sua previsibilidade. Portanto, devemos agir com precaução mediante aos riscos que esse fenômeno pode apresentar.

A Declaração sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável elaborada na Rio/92 define o “princípio da precaução” como sendo uma garantia contra riscos potenciais que ainda não podem ser identificados devido ao estado atual do conhecimento. Portanto, a ausência da certeza e a existência de um risco sério ou irreversível exige que medidas sejam tomadas por todos. A referida Declaração apresenta esse critério no Princípio 15:

De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental (BRASIL, 1992, p. 157).

Portanto, o “princípio da precaução” é uma ação preventiva antecipada em razão da incerteza do mundo. Dessa forma os riscos podem ser antecipados com o processo da tomada de decisão, sendo um modelo de gestão da incerteza que inspira a política ambiental e acaba por atingir o campo das políticas públicas (DORNELAS, 2011).

De maneira a entendermos melhor o tema das mudanças climáticas globais, nos próximos dois itens, buscamos apresentar os principais aspectos conceituais sobre o tema.

3.1 As relações entre os fenômenos Efeito Estufa e Aquecimento Global com as Mudanças Climáticas

Os fenômenos do efeito estufa e do aquecimento global estão intimamente relacionados com as mudanças climáticas globais. O efeito estufa é um fenômeno natural do globo terrestre, porém, devido ao aumento na quantidade de gases-estufa presentes na atmosfera – emitidos, seja devido ao ciclo natural da Terra ou ao

incremento pela atividade humana, acarreta um aumento da temperatura terrestre, denominado de aquecimento global.

A seguir apresentaremos as principais características sobre ambos os fenômenos, não de maneira a esgotar o assunto, mas a fim de fazermos uma breve discussão sobre seus principais aspectos.

O efeito estufa é um fenômeno natural fundamental para a compreensão das mudanças climáticas. Ele está diretamente relacionado às condições climáticas existentes no globo terrestre.

O Planeta Terra está em equilíbrio dinâmico, pois o fluxo de energia proveniente dos raios solares, que atinge a atmosfera terrestre, possui o mesmo valor daquilo que é emitido da Terra de volta para o espaço. A radiação que incide está na faixa de radiação da luz visível e nas faixas do ultravioleta e infravermelho. Sendo assim, uma parte é refletida, outra parte que é absorvida e emitida pela superfície da Terra para a atmosfera (radiação infravermelha) e outra parte acaba sendo emitida pela Terra para o espaço.

Resumidamente, o efeito estufa envolve processos de interação de radiação eletromagnética e outras tantas moléculas que compõem a atmosfera. Estes são conhecidos como gases-estufa (GEE) e contribuem para que o fenômeno ocorra (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015).

Os GEE, por exemplo, água (H_2O), gás carbônico (CO_2), óxido nítrico (NO_2), ozônio (O_3), metano (CH_4) e os gases da família dos clorofluorcarbonos (CFCs), absorvem uma fração significativa de radiação da energia reemitida pela superfície da Terra. A radiação absorvida por esses gases é reemitida em todas as direções, inclusive de volta para a superfície, sendo novamente absorvida e reemitida para a atmosfera, onde o processo se repete como explicado anteriormente. Este é o fenômeno do efeito estufa e, graças aos GEE, toda a radiação emitida pela atmosfera e pela superfície terrestre é impedida de ser perdida no espaço (XAVIER; KERR, 2004).

Diante desse contexto, concordamos que a Terra é um sistema em equilíbrio dinâmico e aberto para massa e energia. Portanto, mesmo que ocorram alterações no fluxo de energia, a quantidade que entra e a que sai sempre será mantida, permanecendo estável, quando em momentos de equilíbrio. Importante salientarmos, também, que existe o fator da reflexividade da superfície terrestre,

denominado “albedo” que, quanto maior ele for, maior também será a reflexão solar, assunto que será discutido adiante.

Nesse momento, julgamos necessário entender melhor a contribuição que os gases-estufa oferecem para o fenômeno do efeito estufa e qual a real parcela de culpa do homem para a intensificação desse fenômeno. Para isso, devemos levar em consideração dois fatores.

O primeiro fator é a quantidade ou concentração desses gases na atmosfera, que são medidos em partes por milhão (ppm) em uma amostra de ar de determinado volume (V), sendo assim, essa relação nos fornece o valor de uma milionésima parte do gás analisado, ou uma molécula desse gás para cada 10^6 molécula de outros gases. O segundo fator que devemos levar em consideração é o tempo de residência que um determinado gás permanece na atmosfera não interagindo com outros gases. Assim, há gases como, por exemplo, o carbônico, que possui uma concentração relativamente alta na atmosfera – segundo dados do AR-5 (IPCC, 2015), a concentração de CO_2 na atmosfera estava em torno de 391 ppm em 2011 – enquanto tem um baixo tempo de residência (7 anos), quando comparado a outros gases, tais como o metano, o óxido nitroso e principalmente os CFCs, que apresentam um tempo de residência de mais de 500 anos na atmosfera, embora as concentrações desses gases sejam menores.

Sendo assim, acreditamos que não apenas um fator ou outro deva ser levado em conta quando discutimos a real contribuição desses gases para o fenômeno do efeito estufa, mas, devemos levar em consideração tanto a concentração desses gases, quanto a questão temporal, ou seja, por quanto tempo eles permanecerão na atmosfera.

De acordo com Marques (1992), não apenas o gás carbônico, emitido em grandes quantidades para a atmosfera, influencia a intensificação do efeito estufa, mas, também, outros gases, tais como o vapor de água e o metano, tidos como os principais responsáveis. Após estes compostos os clorofluorcarbonos, o óxido nitroso e o ozônio também realizam a intensificação do efeito estufa. O autor ainda afirma ser o vapor de água o principal GEE, pois está presente em proporções variáveis de até 4% em volume, ou seja, duas ordens de grandeza a mais que o conteúdo de gás carbônico. Portanto, cerca de 90% da absorção da radiação na atmosfera são processadas pelo vapor de água, as nuvens e o gás carbônico e, apenas 10% restantes, pelos demais gases-estufa. Porém neste caso devemos

destacar o fator temporal, ou seja, o tempo que esses gases permanecem na atmosfera e não apenas seu volume.

A contribuição de um gás para o efeito estufa depende do comprimento de onda, no qual ele absorve radiação, de sua concentração, de sua intensidade de absorção por molécula, de quão fortemente os outros gases concorrem com ele nos mesmos comprimentos de onda e do seu tempo de residência na atmosfera. Dadas as circunstâncias, a absorção realizada pelo vapor de água e pelo gás carbônico é tão forte que, outros gases, que absorvem em comprimentos de onda similares, contribuirão pouco com o efeito estufa, a não ser que tenham concentrações parecidas (XAVIER; KERR, 2004).

Diante dessa perspectiva, concordamos com a visão dos autores citados de que o vapor de água e o gás carbônico são os gases que mais contribuem para o fenômeno do efeito estufa, quando consideramos sua concentração/volume e o tempo em que permanece na atmosfera.

Segundo Xavier e Kerr (2004), as primeiras abordagens sobre o fenômeno efeito estufa consideravam, como principal interferência, a da atmosfera no balanço radioativo Terra-Sol e, posteriormente, os pesquisadores dessas questões incluíram a influência da superfície terrestre, dos oceanos e superfícies geladas, que afetariam o “albedo terrestre” e a presença e ação dos aerossóis atmosféricos. Os efeitos de realimentação gerados por nuvens, oceanos, mudança no padrão de crescimento dos vegetais etc., também têm sido objeto de grande atenção, pois representam atualmente a principal fonte de incerteza nesses modelos.

Dessa maneira, há dificuldade em sabermos a real contribuição das quantidades de gases-estufa emitidos pelo ser humano e quanto eles contribuem para a intensificação do fenômeno do efeito estufa e, possivelmente, para um aumento da temperatura terrestre. Portanto, não devemos atribuir somente à ação antrópica a culpa das mudanças climáticas globais, mas, também, à própria natureza da Terra. Nesse sentido, compartilhamos as ideias de Pina, Silva e Oliveira Júnior (2010, p. 462) de que “[...] há um importante problema de natureza controversa quanto a esse assunto”.

Corroborando essas perspectivas sobre o efeito estufa, Xavier e Kerr (2004) indicam que são comuns e equivocadas as abordagens catastrofistas quando se trata deste fenômeno. Diante dessas perspectivas, não podemos olhar para esse fenômeno de forma exclusivamente determinista, desprovida de crítica e com

concepções neutras, mas sim devemos levar em conta a complexidade e as controvérsias existentes entre os diversos fatores climáticos que regem as mudanças climáticas globais.

Para Casagrande, Silva Júnior e Mendonça (2011), o efeito estufa é um processo natural que aquece a baixa troposfera e que possibilita o desenvolvimento da vida tal qual a conhecemos.

Nas pesquisas da área de meteorologia, autores como Marques (1992), Xavier e Kerr (2004) e Molion (2008), quando se referem à “temperatura média” da Terra, concordam que ela deve estar em torno de 15°C, graças ao efeito estufa, e em torno de -18°C, se esse fenômeno não existisse. De acordo com esses autores, o efeito estufa é um fenômeno benéfico que auxilia a Terra a manter sua temperatura em torno de temperaturas ideais para a vida terrestre, assunto que será discutido posteriormente.

Em contraposição a esses autores, Andriessen, Essex e McKittrick (2006), em seu trabalho intitulado “Does a Global Temperature Exist?” fazem uma crítica à atribuição de uma “temperatura média global”. De acordo com esses cientistas, que trabalham com termodinâmica do não-equilíbrio, o campo da temperatura da Terra como um todo não é termodinamicamente representável por uma única temperatura. Dentre a justificativa desses autores há uma questão matemática envolvida, pois não existe apenas um tipo de média a ser calculada. Outra justificativa viável é a de que o sistema climático não está em equilíbrio, por isso, não devemos reduzi-lo a uma única temperatura para todo o globo. Portanto, apresentar esse fenômeno desprovido de considerações sobre a natureza dinâmica e as inúmeras relações existentes entre os processos climáticos, recai sobre a neutralidade e simplificação desses temas de natureza científica complexa.

Importante indicarmos que a ideia de existência de uma temperatura média da Terra, é mais um aspecto, dentre o qual devemos considerar as controvérsias de natureza científica, relativas às mudanças climáticas.

É importante ressaltarmos, também, que textos que tratam do fenômeno efeito estufa carecem de maior rigor científico, uma vez que não distinguem o efeito natural do efeito intensificado, seja pelo homem, seja pela própria natureza ao longo do tempo (XAVIER; KERR, 2004).

Outro aspecto que não podemos deixar fora dessa discussão é o relativo ao termo *efeito estufa*, que é inspirado em estruturas utilizadas com finalidade de

aumentar a energia térmica do sistema, ocorrendo somente com a presença de uma superfície que aprisiona energia. No caso da Terra, não há uma superfície rígida que desempenhe esse papel, sendo que os gases presentes na atmosfera o realizam. Portanto, o nome dado ao fenômeno Efeito Estufa talvez não seja o mais adequado para explicar o fenômeno natural de aquecimento do planeta (PINA; SILVA; OLIVEIRA JÚNIOR, 2010).

Marques (1992) relaciona o efeito estufa com as condições criadas nas estufas de vidro utilizadas na agricultura. O autor defende que na atmosfera ocorre um processo semelhante, porém, o mecanismo é um pouco diferente. O vidro da estufa é comparado com os gases presentes na atmosfera, que deixam passar radiação vinda do Sol e absorvem energia emitida pela Terra, energia esta que é reemitida para cima e para baixo, sendo que a parte reemitida para baixo é de novo absorvida pela superfície e reemitida para a atmosfera, na qual o processo se repete. Com isso, tem-se algo como um aprisionamento de energia que proporciona o aumento da temperatura.

De acordo com Lobato et al. (2009), muitos livros, ao relatar o fenômeno do efeito estufa, o comparam com uma estufa de vidro, porém, esta é uma ilustração que não mostra a relação do efeito estufa com a composição química da atmosfera e não explica, também, como a radiação se transforma em calor dentro da estufa. Certamente é um modelo limitado para o entendimento do fenômeno como um todo.

Para Galvão e Silva (2007), um problema conceitual geralmente presente em textos de divulgação científica – e podemos aqui incluir os livros didáticos – é que, quando relatam o fenômeno do efeito estufa, podem levar o leitor a imaginar que os gases que causam a intensificação desse fenômeno são responsáveis pela formação de uma camada na atmosfera que prenderia a radiação infravermelha, sendo que essa radiação ficaria “retida” na ou pela atmosfera.

A simples afirmação de que os gases-estufa retêm o calor, sem descrever um modelo que dê uma ideia mais clara sobre o que acontece com esses gases, é um tratamento muito simplista para um fenômeno tão complexo.

Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2002, p. 2) nos chamam a atenção sobre o risco das analogias apresentadas nos livros didáticos. Segundo os autores, não parece haver preocupação na forma como são utilizadas nesses materiais. Diante desse fato, as analogias devem ser usadas com cautela, de forma a ser muito bem elaborada, principalmente em assuntos de natureza complexa e controversa.

Uma discussão muito presente nos meios de comunicação de massa e que têm influências nos contextos políticos, sociais, econômicos e culturais, requer a atenção, a saber: o aumento da intensidade do efeito estufa, ou seja, com o incremento de gases-estufa devido às atividades humanas, acredita-se que mais calor é retido na atmosfera e, portanto, o fluxo de entrada se torna maior que o de saída, causando um possível aquecimento global.

Devemos levar em consideração que o clima da Terra é influenciado por diversos fatores, além disso, esse incremento de gases-estufa na atmosfera também pode ser natural, devido ao próprio ciclo terrestre. Porém esse aquecimento é atribuído, na maioria das vezes, pelo discurso midiático e pelos pesquisadores que apresentam uma visão determinista sobre o fenômeno, somente às atividades humanas.

Grande parte da comunidade científica defende que uma proporção significativa do fenômeno é decorrente da emissão de gases causadores do efeito estufa. Porém devemos indicar que a comunidade científica ainda não chegou a um consenso sobre o tema, justamente por envolver questões que abarcam a temática da complexidade em relação ao tema (VIEIRA; BAZZO, 2007).

Diante desse contexto, o fenômeno do aquecimento global, ainda é um assunto que gera várias discussões em diversos níveis, sendo assim há questões controversas, as quais devemos levar em consideração.

Geralmente, o fenômeno do aquecimento global é definido como o “[...] aumento da temperatura média do nosso planeta” (VIEIRA; BAZZO, 2007, p 5). Embora, como já discutimos anteriormente, o tema “temperatura média” não é o melhor a ser usado, principalmente na definição de um fenômeno complexo e pautado por inúmeras controvérsias quanto é o fenômeno do aquecimento global. Dessa maneira, apresentamos a definição segundo esses autores, pois eles defendem uma perspectiva diferente da maioria quando afirmam que esse aumento de temperatura é causado apenas pelas ações antrópicas. Para tanto, devemos interpretar a existência do aquecimento global natural, ou seja, devido ao próprio ciclo da Terra, no qual um grupo científico se baseia ao fazer suas considerações.

Em contraposição, temos o grupo de cientistas que defende a existência de um aquecimento global exclusivamente através das ações humanas sobre a natureza, sendo essas duas visões pautadas por controvérsias no âmbito interno da ciência, ou seja, ligada a disputas acadêmicas (PINA; SILVA; OLIVEIRA JÚNIOR,

2010). Porém partimos da perspectiva que ambas devem ser levadas em consideração, na medida em que, não devemos nos limitar somente a uma explicação ou a uma visão da realidade para entender os fenômenos climáticos, mas sim, devemos levar em conta que há importantes dúvidas sobre o papel do homem nesse processo.

A perspectiva que busca olhar as mudanças climáticas de forma complexa, para nós é a que mais se aplica, na medida em que, esses fenômenos não são regidos apenas por um fator ou fatores isolados, mas sim, por diversos deles que ao se relacionarem podem promover diferentes situações a nível tanto local, quanto global. Portanto, não devemos explorar os temas relativos às mudanças climáticas, e, nesse caso em específico, ao aquecimento global, sem aprofundarmos nos conhecimentos complexos e controversos que os envolvem para não corrermos o risco de fazermos considerações pautadas por certezas.

Ainda, do ponto de vista das controvérsias científicas relacionados ao fenômeno, é importante indicarmos que, dentre os cientistas, há aqueles que contestam a existência do aquecimento global e outros que, até mesmo, rejeitam a tese de que esse aquecimento esteja sendo provocado mais pelas emissões de gases-estufa provenientes de atividades humanas que por fatores naturais (VEIGA; VALE, 2007). Há, também, grupos que defendem a existência do aquecimento global causado principalmente pelo modo de produção das sociedades industrializadas.

Por um lado, o IPCC, por exemplo, sendo uma visão mais catastrófica em relação ao tema, aponta em seus documentos que o aumento da emissão do gás carbônico antropogênico, sobretudo após a Revolução Industrial, é o principal responsável pelo aumento da temperatura média global. Porém autores como Molion (2008), apresentam uma visão de que a influência humana no clima, se existir, é pequena e impossível de ser detectada em face da grande variabilidade natural.

Em relação à literatura da área, Lobato et al. (2009), indicam que o excesso de gases-estufa derivados, principalmente da industrialização, das intensas atividades humanas e da queima de combustíveis fósseis, aumentam a temperatura global do planeta acima daquilo que é considerado “normal”, o que provoca o fenômeno conhecido por Aquecimento Global. Portanto, segundo estes autores, o aquecimento global é provocado pela intensificação do fenômeno efeito estufa.

Marques (1992), por sua vez, relata que no passado houve tendências de aumento da temperatura global e que, no período atual, essa tendência apresentase mais acentuada, além de coincidir com algumas modificações na natureza, provocadas pelos seres humanos, tais como: aumento da emissão de gases-estufa, diminuição da cobertura vegetal, aumento da poluição atmosférica entre outras.

Autores como Xavier e Kerr (2004) afirmam que a temperatura da Terra está se elevando e os modelos climáticos têm relacionado isto ao aumento da concentração dos gases-estufa. Porém é preciso indicar que não há uma resposta linear da temperatura com o aumento desses gases, ou seja, pode desencadear diversos efeitos, sendo que um não está diretamente relacionado a outro. Ainda segundo os autores, não há dúvida que isto produza maior retenção de radiação na atmosfera, apesar de que, por si só, isso pode não ser suficiente para produzir um aumento da temperatura superficial terrestre. Neste sentido, o balanço energético global do planeta é um fenômeno complexo e a concentração dos gases é apenas um dos componentes que o influenciam.

De acordo com dados do IPCC (2007), as concentrações de gás carbônico na atmosfera aumentaram sensivelmente desde a primeira Revolução Industrial, dado ao aumento da utilização de combustíveis fósseis e das mudanças na utilização da terra. Sendo este o argumento (mais conhecido) da mídia, quando procura atribuir às origens e as causas do aquecimento global, relacionadas ao aumento do efeito estufa. Quando esse argumento é discutido, dados relativos às medições no observatório do clima em Mauna Loa no Havaí, os quais geraram a famosa Curva de Kelling (medidas da concentração do carbono atmosférico em relação ao tempo), são comumente apresentados (PINA; SILVA; OLIVEIRA JÚNIOR, 2010).

Quando nos referimos às propostas de elevação da temperatura ao longo do tempo e, principalmente, no que se prevê, é importante pensarmos na complexidade do sistema climático, uma vez que, por apresentar diversos fatores envolvidos, não podemos traçar certezas sobre suas medições, além da imprevisibilidade e irreversibilidade dos fenômenos climáticos. Importante ressaltarmos, também, que há questionamentos acerca da utilização da tecnologia e o avanço que ela apresenta para medições dessa natureza.

Torna-se importante que, nesse contexto, quando assuntos de natureza complexa forem discutidos nos livros didáticos de Ciências Naturais, que a complexidade e controvérsias de ordem científica (previsões de mudanças

climáticas), econômica (custos dos prejuízos e custos da prevenção destas mudanças), políticas (pressões de *lobbies* interessados e consequências eleitorais das medidas econômicas propostas), éticas (deve a geração atual pagar a conta do aquecimento global, para evitar suas consequências desastrosas para as gerações futuras?) relativas ao fenômeno das mudanças climáticas, sejam apresentadas (EPSTEIN, 2002).

A fim de aproximarmos essas questões, buscamos discutir, na sessão a seguir, as causas, as consequências e as medidas de mitigação que se relaciona às mudanças climáticas.

3.2 As principais causas, consequências e medidas de mitigação das mudanças climáticas globais

Esse item é destinado à discussão das principais causas, consequências e medidas de mitigação das mudanças climáticas globais, para a discussão da temática na perspectiva do presente trabalho.

Primeiramente, abordaremos as diferentes visões relativas às causas, começando pela visão antropogênica, ou seja, a corrente teórica que defende que somente as ações humanas interferem nas mudanças climáticas.

De acordo com o IPCC (2007), a principal causa da intensificação do efeito estufa e, portanto, das mudanças climáticas atuais, é o aumento na concentração de gás carbônico na atmosfera. Há dados que mostram que os níveis históricos desse gás aumentaram sensivelmente desde a primeira Revolução Industrial, principalmente em decorrência do aumento do uso de combustíveis fósseis.

Essa visão, de acordo com Pina, Silva e Oliveira Júnior (2010), é a mais encontrada na grande mídia, procurando tratar as origens e as causas relacionadas ao aumento do efeito estufa, mesmo que, segundo nossa perspectiva, não deva ser levada em consideração apenas por esse aspecto.

Além do aumento da queima de combustíveis fósseis – que, durante a queima do carbono, é oxidado e forma o dióxido de carbono que é liberado para a atmosfera – Marques (1992), também aponta a variação da cobertura vegetal, ou seja, o desmatamento causado pelo homem, como causa do incremento de gases-estufa.

O “Caderno de Educação Ambiental sobre Mudanças Climáticas”, elaborado pelo Governo do Estado de São Paulo, publicado em 2011, afirma que o setor

energético – que envolve eletricidade e aquecimento, manufatura e construção, transportes e consumo de combustível para geração de energia – é um dos principais responsáveis pelas grandes emissões de gases-estufa. Após esse setor, a produção industrial, principalmente nas transformações de bens de consumo, também ganha destaque dentre os principais responsáveis por essas emissões (BRASIL, 2011).

Segundo o “Observatório do Clima”, as diversas formas de uso do solo contribuem para emissões de gases-estufa para a atmosfera, sendo que os ciclos biogeoquímicos como o ciclo do carbono, de nutrientes e o da água, sofrem alterações devido às atividades humanas. Grande quantidade de carbono, que provém do seu ciclo, é encontrada no solo, tocos, folhas e em materiais em decomposição. As atividades humanas, tais como, desflorestamento, uso da ocupação do solo, atividades florestais e agropecuárias, também alteram esses estoques de carbono modificando o ciclo natural desse composto.

A agropecuária, devido à mudança do uso do solo, e a degradação anaeróbia de resíduos sólidos nos aterros, por exemplo, também são atividades que contribuem para emissão de gases-estufa, sendo que esta degradação, em função da decomposição da matéria orgânica por micro-organismos, gera metano na atmosfera (BRASIL, 2011).

Após uma breve apresentação da visão antropogênica das mudanças climáticas globais, buscaremos apresentar algumas perspectivas que levam em consideração as causas das mudanças climáticas devido ao próprio ciclo natural da Terra, concordando com uma corrente teórica - considerada cética - a qual defende que somente as ações naturais alteram o clima.

De acordo com Miller (2008, p. 420), as mudanças climáticas no planeta Terra “não são nem novas nem incomuns”. Durante os últimos 4,5 bilhões de anos, o clima do planeta foi alterado por emissões vulcânicas, mudanças na intensidade solar, movimentos dos continentes em razão do deslocamento das placas tectônicas, choques com grandes meteoros etc.

Durante os últimos 900 mil anos a temperatura do planeta Terra passou por longos períodos de resfriamento e de aquecimento. Esses ciclos se alternam e por isso são chamados de período glacial e interglacial. Essas mudanças climáticas foram estudadas pela paleoclimatologia e algumas das técnicas são: radioisótopos em rochas e fósseis, plâncton, núcleos de gelo de geleiras antigas, medições de

temperatura, tomadas em diferentes profundidades e por meio de perfurações, esporos de fungos encontrados em lagos e brejos, anéis de crescimento de árvores e medições de temperatura (CASAGRANDE; SILVA JÚNIOR; MENDONÇA, 2011).

Segundo Nunes (2003, p. 103), as “[...] mudanças na translação e rotação da terra, na escala de milhares a milhões de anos, também afetam a forma como a energia solar é distribuída no tempo e no espaço”.

Diante disso, é importante que nenhuma perspectiva seja levada em consideração em detrimento de outra, ou seja, devemos olhá-las em conjunto a fim de que nos auxiliem na tarefa do entendimento das relações complexas que envolvem a temática das mudanças climáticas. Apresentamos as diferentes perspectivas para futuras discussões, pois estão presentes no discurso científico.

Porém há autores que partem da perspectiva da complexidade para explicar os fenômenos climáticos e são esses, na nossa concepção, os que explicam o assunto com maior coerência. A seguir, buscamos apresentar algumas de suas concepções.

Segundo Baird (2002), a composição da atmosfera terrestre vem sendo modificada, tanto por efeitos naturais, quanto por ações antrópicas. Com isso, podem ocorrer variações da intensidade do efeito estufa, por exemplo. Porém segundo o autor, não se sabe ao certo a real participação do homem para esse fenômeno e nem quais cenários essas variações na temperatura implicam, pois há diversos fatores relacionados.

Autores como Pina, Silva e Oliveira Júnior (2010) consideram que o Albedo da Terra pode ser modificado tanto por causas naturais (aumento da quantidade de nuvens, lançamento na atmosfera de uma grande quantidade de partículas provenientes de erupções vulcânicas, entre outros aspectos) quanto por causas antropogênicas (mudanças na cobertura da superfície terrestre).

Nesse sentido, é importante destacar que as causas das mudanças climáticas devem ser atribuídas a várias causas e não somente a uma, pois o sistema terrestre é aberto e está sempre em constante dinamicidade, estando sujeito às variáveis dos Fenômenos Naturais” e Intervenção Antrópica. Devemos, entretanto, considerar que o sistema terrestre apresenta diversos “componentes”, e que estes estão interligados, pois as modificações causadas em algumas destas partes podem interferir no sistema como um todo (REIS, 2013).

Devemos destacar que as previsões sobre a intensidade das mudanças climáticas, bem como sobre suas causas e consequências, envolvem questões complexas sobre as quais a própria comunidade científica não chegará a um consenso (VIEIRA; BAZZO, 2007).

Portanto, não podemos fazer afirmações categóricas sobre suas causas e consequências, devido a Terra ser um sistema. O sistema climático está sujeito a interferências de diversas variáveis que podem ser as causas do fenômeno das mudanças climáticas e podem agir como diversas consequências possíveis (REIS, 2013) e acreditamos que os livros didáticos deveriam levar em consideração e aprofundar esse tipo de discussão.

Quando se discute o tema mudanças climáticas e, principalmente, o fenômeno do aquecimento global, é muito comum, segundo Delaqua e Bassoli (2013), que os livros didáticos enfatizem suas consequências para os oceanos.

Por um lado, há pesquisadores que defendem a visão de um cenário mais “otimista” em relação à elevação do nível do mar, alegando um aumento de 0,09 m, enquanto outros, mais “pessimistas”, alegam a elevação de 2 m entre 1990 e 2100, decorrente, tanto do derretimento de parte das calotas polares e das geleiras continentais, quanto pela expansão térmica provocada pela elevação média da temperatura terrestre (MENDONÇA, 2007).

Segundo o relatório do IPCC (2015), ao longo do período de 1901 a 2010, o nível do mar aumentou em média 0,19 m. A taxa de aumento do nível dos mares, em meados século XIX, tem sido maior que a taxa média durante os dois milênios anteriores, causando diversos impactos: a atmosfera e o oceano têm aquecido, as quantidades de neve e gelo têm diminuído e o nível do mar tem aumentado.

Já, Lomborg (2002) afirma que o nível dos mares cresceu 0,2 m no século XX, praticamente o mesmo valor considerado pelo IPCC, porém, afirma que esse número não é perceptível, pois a taxa média de elevação está dentro das oscilações características dos últimos 300 anos, ou seja, é uma alteração natural da Terra.

Para Xavier e Kerr (2004), a capacidade térmica dos oceanos e o ajuste dinâmico das placas de gelo determinam, hoje, um fator de inércia que pode chegar a milhares de anos até que se observem respostas, sejam elas positivas ou negativas, às “forçantes climáticas”, ou seja, mudanças impostas no balanço da energia planetária, mudando a temperatura global.

Os mesmos autores enumeram as possíveis consequências do aquecimento global, tais como: o derretimento da água congelada na cobertura de montanhas e em geleiras; a elevação dos oceanos devido a esse derretimento e à expansão térmica da água; o aumento da quantidade de nuvens, vapor de água e, conseqüentemente, da quantidade de chuvas; alteração das características do ambiente em diferentes regiões etc. Porém deixam claro que essas consequências são tendências que podem ocorrer e não há absolutismo (XAVIER; KERR, 2004).

Nesse momento, devemos indicar que essas mudanças, independentemente de seu tipo de origem, alteram diversas formas de vida, seja positiva ou negativamente.

Nos oceanos, de acordo com a literatura específica (HISSA et al., 2007; LEÃO; KIKUCHI; OLIVEIRA, 2008), ocorre o fenômeno chamado de “branqueamento”, devido à perda, pelos corais, das algas fotossintetizantes – as zooxantelas – que, além de dar cor ao coral, produzem componentes orgânicos que lhes servem de alimento e, em contrapartida, este provê abrigo para as algas e lhes fornece elementos químicos necessários à sua sobrevivência. Porém mudanças no ambiente, tais como a elevação da temperatura, faz com que ocorra uma dissociação dessa simbiose e, assim, o coral perde a cor expondo seu esqueleto calcário, o que ocasiona mudanças importantes na estrutura das comunidades do ecossistema recifal. Os autores ainda alertam para o fato de que, não apenas corais acabam sofrendo esse processo, mas também outras espécies marinhas, tais como cnidários, esponjas, moluscos, foraminíferos, quando passam por situações de estresse, como é o caso da mudança da temperatura dos oceanos e a conseqüente diminuição de seu pH.

Além das consequências nos oceanos, as mudanças climáticas afetarão o regime de chuvas e, se os volumes de água forem aumentados, fenômenos mais extremos podem ocorrer. Algumas regiões sofrerão o incremento de seus volumes de água e a ocorrência de fenômenos, tais como chuvas torrenciais seguidas por enchentes, deslizamentos, movimentos de massa e erosão do solo (MENDONÇA, 2007).

É importante que esse fenômeno seja discutido baseado em aspectos científicos elaborados, lembrando que, um fator bastante importante no ciclo da água, quando falamos em mudança na alteração do regime de chuvas, são as

nuvens. Devemos destacar que sabemos pouco sobre elas, ou seja, é um tema pautado por incertezas.

Pensando na complexidade do assunto mudanças climáticas, devemos levar em consideração o fato de que a realidade muda constantemente e a “instabilidade” dos fenômenos naturais impedem que afirmações deterministas sobre o futuro dessas mudanças no clima sejam feitas (REIS, 2013).

Importante destacarmos também que “[...] a relação homem-natureza representa uma interação que ocorre de maneira **não linear** e em um sistema dinâmico e aberto” (REIS, 2013, p 71).

As consequências das mudanças climáticas também apresentam controvérsias inerentes às diferentes visões que a ciência produz sobre o assunto. Entendemos ser relevante, neste sentido, que esse tema não seja apresentado a partir de absolutismos, por isso é interessante que as coleções de livros didáticos proporcionem aos leitores diferentes visões sobre um determinado assunto, de maneira a contribuir com o conhecimento interconectado dos fenômenos científicos.

Em relação às consequências para as comunidades biológicas, Casagrande, Silva Júnior e Mendonça (2011), indicam que, devido à ocorrência do aumento da temperatura global, muitas espécies animais e vegetais não podem migrar ou se adaptar a essas temperaturas, podendo sofrer redução de sua endemicidade, perdas populacionais e, eventualmente, extinção prematura. Ainda segundo os autores:

Em determinadas regiões os efeitos ameaçariam muitos parques, reservas de animais selvagens e recifes de corais; ao contrário, as espécies com mais probabilidade de florescer em um ambiente mais quente incluem certas ervas daninhas de rápida multiplicação, insetos nocivos e organismos que transmitem doenças, como mosquitos e bactérias transportadas pela água (CASAGRANDE; SILVA JÚNIOR; MENDONÇA, 2011, p. 33).

De acordo com o livro do Ministério do Meio Ambiente sobre as inter-relações entre biodiversidade e mudanças climáticas:

Nenhum componente isolado da biodiversidade (ou seja, genes, espécies ou ecossistemas) é, consistentemente, um bom indicador da biodiversidade global, pois estes componentes podem variar independentemente. A diversidade funcional descreve a variedade de funções ecológicas de espécies, ou grupos de espécies, em um

ecossistema. Ela proporciona uma forma alternativa de compreensão da diversidade biológica e dos efeitos de perturbações causadas por atividades humanas, inclusive a mudança de clima, sobre os ecossistemas (BRASIL, 2007, p. 9).

a) clima médio e variabilidade de clima; b) a disponibilidade de recursos e produtividade global de um local; c) regime de perturbações e ocorrências de origem cósmica (meteoritos), tectônica, climática, biológica ou antrópica; d) estoque original de biodiversidade e oportunidades ou barreiras de dispersão; e) heterogeneidade espacial de habitats; f) intensidade e interdependência de interações bióticas, tais como competição, predação, mutualismo e simbiose; e, g) intensidade e tipo de reprodução sexual e recombinação genética. Portanto, a biodiversidade, em todos os níveis, não é estática, pois as dinâmicas dos processos natural, evolutivo e ecológico causam taxas históricas de mudanças (BRASIL, 2007, p. 9).

Dessa maneira, é importante considerarmos que os efeitos das mudanças no clima não afetarão de forma homogênea todas as regiões da Terra. Devido à complexidade dos sistemas terrestres, certas áreas podem ser mais vulneráveis que outras. Por isso, além dos discursos catastrofistas apresentados, quando o tema em questão é discutido, devemos levar em consideração que, nem sempre serão vistos efeitos negativos quando nos referimos às mudanças climáticas terrestres (MENDONÇA, 2007). O mesmo pode ser discutido quanto à biodiversidade. Há espécies que deverão sobressair mais que outras devido às mudanças na temperatura terrestre.

Outro assunto bastante discutido nos livros didáticos, quando se discute as consequências das mudanças climáticas, são os fenômenos naturais extremos que, segundo dados do IPCC (2015), estão relacionados ao aumento da temperatura substancialmente nas últimas décadas, tanto em nível global quanto regional. Já, de acordo com Veiga e Vale (2007), o aumento na frequência dos desastres naturais não podem estar relacionados cientificamente ao aquecimento do globo terrestre. Ou seja, há diferentes visões relacionadas a esse assunto.

Em vista dessas discussões, é importante que se aborde nos materiais didáticos a complexidade do sistema climático, pois não há certezas quando os temas ambientais são levados em discussão, visto que há uma diversidade de consequências da interação entre o homem e a natureza, responsáveis por gerar vários pontos de vista distintos e, por isso, não podemos classificá-las em níveis de importância do ponto de vista ambiental (REIS, 2013).

É importante destacarmos que há uma grande preocupação quanto aos riscos da intensificação do fenômeno das mudanças climáticas e suas alterações na dinâmica climática da Terra. Porém existe uma dificuldade grande no desenvolvimento de modelos que prevejam as consequências dessas alterações climáticas (XAVIER; KERR, 2004).

Segundo Xavier e Kerr (2004), o conceito de “clima” é abstrato e complexo devido ao envolvimento da temperatura, umidade, precipitação, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, radiação solar, dentre muitos outros.

Portanto, a questão climática é complexa e dinâmica, na medida em que apresenta múltiplas facetas. A complexidade da questão climática se verte em microclimas (subsistemas), distintos relevos, características ecológicas regionais, entre outros fatores e, também, sofre influências de fatores externos como as variações solares, além de mudanças devidas às eras glaciais da Terra (WATANABE-CARAMELLO, 2012).

Pina, Silva e Oliveira Júnior (2010) também defendem a ideia de que as controvérsias relativas ao tema das mudanças climáticas se devam às diferentes interpretações atribuídas à modelagem matemática do clima e, mesmo considerando seu grande avanço, segundo os autores, devemos levar em consideração que essa modelagem não proporciona alto grau de precisão nas previsões e, por isso, devemos considerar as controvérsias referentes ao tema.

Na literatura específica, Lima (2002), quando se refere às novas tecnologias e à extensão espaço/ temporal de seus efeitos, apresenta o princípio da “incalculabilidade” dos novos riscos produzidos pela modernidade industrial e técnico-científica. Portanto, embora a tecnologia possa “[...] contribuir com a preservação dos ambientes naturais, ela não atua isoladamente sem o concurso de outras mudanças econômicas, políticas e culturais” (SILVA; CARVALHO, 2007, p. 6).

Dadas as abordagens das consequências das mudanças climáticas apresentadas, são propostas discussões acerca das medidas de mitigação em relação ao tema.

Em grande parte das ocorrências, as medidas de mitigação estão intimamente ligadas à criação de alternativas, principalmente tecnológicas, para minimizar o incremento de gases-estufa – principalmente o gás carbônico – na atmosfera. Assim, elas estão “[...] atreladas à ideia de redução da produção e

emissão do CO₂ de origem antrópica, considerado o principal responsável pela ocorrência das mudanças no clima” (REIS, 2013, p. 80).

Para Silva e Carvalho (2007, p. 6), quando se referem aos temas controversos, são relativamente comuns algumas abordagens científicas com ênfase em um “[...] discurso politicamente pragmático no qual se explicita a dimensão econômica e tecnológica da realidade”. Defende-se, nesses discursos, que a tecnologia e a economia de mercado são capazes de liderar o processo de reversão da degradação ambiental, por meio da introdução de “tecnologias limpas”, tais como, sistemas fotovoltaicos e eólicos de produção de energia elétrica e do incentivo à utilização de processos de produção e consumo ecologicamente corretos, sem questionar os limites desse potencial (PINA; SILVA; OLIVEIRA JÚNIOR, 2010).

Muitos países se recusam a cessar a produção de gases causadores do efeito estufa, já que esta é atrelada à poderosa indústria petrolífera. A redução deles implicaria em custos econômicos e sociais que esses países não estão preparados e não querem assumir (CAMARGO, 2005).

Esse assunto é marcado por controvérsias políticas sobre as medidas de mitigação das mudanças climáticas em relação às negociações sobre o controle das emissões de gases-estufa, pois muitas nações possuem interesses políticos e econômicos diversos (REIS, 2013).

Porém de acordo com Watanabe-Caramello (2012), não se pode elencar, com certeza, quais serão as consequências das mudanças climáticas e se as medidas de mitigação propostas alcançarão o sucesso em deter essas mudanças.

Assim sendo, as políticas de mitigação, às quais buscam combater esse “suposto” aquecimento são, na maioria das vezes, direcionadas à diminuição de emissões de gás carbônico para a atmosfera e, nem sempre, são citadas as necessárias mudanças nos hábitos consumistas – com a exploração de recursos naturais – pela população. Nesse sentido, é muito importante o papel da educação para as mudanças da postura da população e também dos governantes (BARRETO, 2009).

As concepções políticas dos governantes, adequando-se ou não às medidas de mitigação, aos ganhos econômicos que estão por trás das negociações de redução das emissões de combustíveis fósseis e outras questões, estão inseridas no universo complexo e controverso das decisões políticas (VEIGA; VALE, 2007).

A realidade complexa de determinados assuntos, remete a algumas controvérsias, na medida em que a incerteza e os riscos associados contribuem para que os estudiosos da área, apoiados em ideologias, princípios econômicos e políticos distintos, construam suas próprias considerações sobre a temática ambiental. Porém essas controvérsias apenas serão reconhecidas e aceitas se passarmos a compreendê-las sob o viés da complexidade (REIS, 2013).

Nesse sentido, há um apelo para que nós, cidadãos, tomemos o conhecimento de discussões relacionadas à natureza complexa e controversa, dada a “crise ambiental” em que vivemos. Assim, é muito importante investirmos em uma educação que se baseia na formação de alunos em seu desenvolvimento *crítico, complexo e reflexivo* (WATANABE-CARAMELLO, 2012), na medida em que poderão rever e ampliar a maneira de pensar os assuntos da atualidade e na tomada de decisões sobre eles.

Diante desse contexto, se torna importante a reflexão sobre as relações dessa “crise civilizatória” com os modelos da sociedade atual, uma vez que essas relações, em níveis econômico e industrial, científico e tecnológico, implicam em mudanças nas concepções, valores e ações frente ao mundo, a partir de uma modificação nos padrões de consumo e nas relações entre a sociedade e a natureza (BONOTTO, 2008).

Para tanto, independentemente da forma como são pensados e elaborados os diversos discursos sobre os temas ambientais, há um aparente consenso na sociedade em reconhecer o processo educativo como uma possibilidade de provocar mudanças e alterar o atual quadro de degradação ambiental (CARVALHO, 2006).

De maneira a não ignorarmos as ações preventivas, devemos, portanto, repensar a nossa relação com a natureza e não acreditarmos sermos os dominadores dela, mas sim, uma espécie que, como qualquer outra, está inserida no meio ambiente e que possui um determinado modo de vida que deve respeitar e ser respeitado.

3.3 As contribuições do processo educativo para a compreensão do tema “Mudanças Climáticas”

O processo educativo, por ser considerado um *agente eficaz de transformação*, na medida em que contribui efetivamente para despertar um conhecimento mais abrangente sobre a temática ambiental (CARVALHO, 2006) e, embora não seja o único agente possível de mudança social, é reconhecido por sua potencialidade em promover modificações na sociedade (LIMA, 1999).

São vários os posicionamentos sobre o enfrentamento deste quadro de “crise ambiental”. Neste sentido, ao almejarmos modificações nas concepções e comportamentos em relação ao meio ambiente, entendemos ser a educação um aspecto primordial para as mudanças efetivas na sociedade, a fim de refletirmos as relações que estabelecemos com a natureza (REIS, 2013).

Diante disso, o processo educativo pode ser visto como uma importante possibilidade de lidarmos com diferentes aspectos da temática ambiental, inclusive aqueles voltados para questões complexas e controversas. É por meio dele que existe a possibilidade da elaboração de ações que levem às pessoas a reconhecer e a compreender aspectos da complexidade inerente aos problemas ambientais (CARVALHO, 2000; SILVA; CARVALHO, 2007).

Todavia, é importante levarmos em consideração que, incorporar o pensamento complexo no âmbito da educação, requer uma reflexão sobre como lidar com o mundo e com as relações que são estabelecidas entre objeto, sujeito e meio (WATANABE-CARAMELLO, 2012).

Outro aspecto, relevante na abordagem educativa do tema mudanças climáticas, está na possibilidade da apresentação e discussão das controvérsias relativas ao tema. A abordagem de temas controversos em sala de aula se torna importante, na medida em que, existem múltiplas perspectivas de uma determinada questão, podendo, auxiliar o professor a relacioná-lo com diversos aspectos, tais como: econômicos, políticos, ambientais, entre outros (SILVA; TOTI; PIERSON, 2009).

De acordo com Reis (2013, p. 18):

Podemos dizer que os discursos daqueles que argumentam sobre a problemática ambiental e da crise que dela emerge está cercado por

diversos posicionamentos distintos, que são diretamente influenciados pelos modelos sociais, econômicos e políticos que os circundam, o que acaba por caracterizar esta questão por controversa. Ao mesmo tempo, apontamos que parte dessas controvérsias surge justamente porque a natureza e as relações que o ser humano com ela estabelece, são complexas.

Autores como Pina, Silva e Oliveira Júnior (2010), Xavier e Kerr (2004), Vieira e Bazzo (2007), Reis, Silva e Figueiredo (2015), Delaqua e Bassoli (2013), entre outros, destacam a importância de se explorar o tema ambiental referente às mudanças climáticas em atividades educativas destacando sua natureza controversa.

Para tanto, é importante que as controvérsias relativas ao tema sejam incluídas no currículo escolar, na medida em que, podem possibilitar aos estudantes o entendimento de uma ciência mais próxima do real, envolvendo valores, convivências pessoais, pressões de grupos sociais e econômicos, aspectos de natureza ética e religiosa (REIS, 2004).

Dada a importância do processo educativo na abordagem de temas ambientais, a escola não é apenas um espaço de disseminação das informações de questões relacionadas ao dia a dia do aluno, mas também, de capacitação dos cidadãos para uma ação consciente, a fim de que, não sejam adiadas medidas eficazes – por levarem em consideração as incertezas relativas às questões ambientais – mas sim, que sejam instigadas mudanças nas atitudes, baseadas em pensamento crítico. Espera-se, então, que essa capacitação para a tomada de decisões possa se apoiar na ciência baseada na complexidade e influenciar profundamente o estilo de vida das pessoas, para que ocorra a “[...] *precaução*, ao invés da *remediação*, ação tão frequentemente observada no nosso dia a dia” perante os problemas ambientais atuais (WATANABE-CARAMELLO, 2012, p. 243). A autora afirma ainda que:

[...] toda essa reflexão se faz essencial se o intuito é promover, no contexto do ensino básico, uma mudança efetiva nos discursos levados para a sala de aula, e replicados socialmente. Essa mudança não significará somente aceitar e incorporar as diferentes perspectivas da ciência na escola, mas implicará também numa outra postura frente às tomadas de decisões sociais, políticas, culturais e econômicas (WATANABE-CARAMELLO, 2012, p. 242-243).

Diante dessas questões, é importante considerarmos a forma como esses temas ambientais são inseridos na sala de aula, principalmente na área de Ciências, pois esses discursos muitas vezes apoiam atitudes pontuais da interferência humana no meio ambiente, não propiciando uma mudança efetiva na postura dos alunos (WATANABE-CARAMELLO, 2012).

É importante também considerarmos que, ao longo do processo de formação de professores e alunos, raramente são oferecidas oportunidades que os levam a questionar o conhecimento apresentado a eles, não sendo explicadas as relações complexas existentes entre a ciência, a economia, a política e a apresentação de controvérsias que surgem de diferentes opiniões sobre a questão ambiental.

Nesse sentido, a maioria dos professores possui uma formação técnica e conceitual, em oposição a uma formação cultural mais ampla. Há dificuldades de este profissional questionar o conhecimento científico, na medida em que não o problematiza, mas sim, o concebe como verdade e livre de controvérsias. Diante dessa concepção, eles acabam por levar o conhecimento apresentado pelos manuais escolares e pelos cientistas como verdades e indiscutíveis (SILVA, 2007).

Há certa dificuldade de o professor tratar temas socioambientais nas aulas de Ciências Naturais através da complexidade dos fenômenos e, também, as questões controversas suscitadas pelo tema, devido aos seguintes aspectos: a urgência em cumprir todo o conteúdo curricular (REIS, 2004); a dificuldade em tratar aspectos não científicos em aulas de Ciências Naturais (GAYFORD, 2002); as concepções de conhecimento que os professores têm (REIS, 2004) e o tipo de formação que adquiriram nas escolas básica e superior (SILVA, 2007).

Gayford (2002) apresenta três desafios enfrentados pelos professores ao incluir temas controversos, dentro do currículo de Ciências, são eles: 1) A natureza controversa do tema; 2) Esses temas não se relacionam bem com a sequência normal e a divisão de tópicos dentro da maioria dos cursos de Ciências e 3) Há aspectos não científicos importantes para as possíveis soluções do problema. O autor também relata que o tema constitui uma excelente oportunidade para a aplicação de habilidades em ciência, na medida em que se pode utilizá-lo para o desenvolvimento de uma compreensão do aluno sobre a natureza da ciência e seu lugar na sociedade.

Nesta perspectiva, é importante a exploração das controvérsias científicas e socioambientais em atividades educativas pelo professor, na medida em que,

possibilita uma formação cidadã baseada na atividade científica distante da neutralidade, das verdades ou das lógicas unitárias (SILVA, 2007). Nas palavras do autor:

Os temas controversos possibilitam afastarmo-nos dos conceitos de harmonia, verdade absoluta, totalidade, determinismo, universo mecânico e neutralidade, normalmente presentes no discurso científico. Eles induzem o pensamento crítico, ao retomar os questionamentos direcionados para a visão de mundo moderna e solicitam o diálogo entre diferentes formas de saber. As controvérsias podem ser desencadeadas por diferentes motivos, mas elas essencialmente envolvem pontos de vista diferenciados em relação a determinado tema. Desse modo, falamos em controvérsias quando um determinado tema suscita nos atores sociais diferentes posicionamentos políticos, sensibilidades éticas e estéticas ou diferentes maneiras de interpretar uma dada realidade. (SILVA, 2007, p. 77).

Parece-nos importante refinar nosso olhar em relação às questões ambientais, para que as gerações atuais e futuras não sejam moldadas por um discurso midiático catastrófico, no qual se atribui toda a responsabilidade da crise ambiental ao homem, mas que sejam capazes de refletir criticamente e tomar partido diante dessas questões. Acreditamos que o processo educativo, relacionado ao ensino das Ciências Naturais, seja uma possibilidade positiva para esse tipo de abordagem.

Já discutimos a importância de o tema Mudanças Climáticas ser abordado de forma a tratar suas complexidades e as controvérsias no contexto educativo. Para tanto, buscamos relações entre a área das Ciências Naturais e a temática ambiental.

3.4 As Mudanças Climáticas Globais e o Ensino de Ciências Naturais

O ensino de Ciências/Biologia, por tradição escolar, apresenta uma estreita relação com a temática ambiental (SANTOS; SILVA, 2013). Essas disciplinas vêm sendo concebidas como espaços privilegiados para a educação ambiental no âmbito escolar (OLIVEIRA, 2009).

De acordo com Amaral (2001), a temática ambiental tem se apresentado de forma mais frequente no ensino de Ciências a partir de uma perspectiva interdisciplinar. Porém a inserção da educação ambiental no currículo escolar não se deu dessa forma, ela ocorreu, em um primeiro momento, a partir das disciplinas

escolares de Ciências e Biologia (TRIVELATO, 2001). A autora também considera que essas disciplinas podem ser consideradas caminhos preferenciais que levam a educação ambiental para o âmbito escolar, uma vez que, acredita que os campos de conhecimentos científicos e a educação ambiental no Brasil e no mundo, apresentam importantes interseções.

Segundo Carvalho (2010), a área das Ciências Naturais foi a que mais contribuiu para a inserção da temática ambiental nas escolas, na medida em que, há identificação dos assuntos com a formação dos professores e com a própria disciplina. Nesse sentido, os problemas ambientais podem ser considerados uma possibilidade para a ocorrência da educação ambiental, pois possuem interface com os conteúdos curriculares do ensino de Ciências, podendo atuar como pontes ao ligá-la ao ensino tradicional.

De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) (BRASIL, 1999), os temas ambientais devem permear todo o currículo, assim como toda a educação escolar, nas instituições de ensino públicas e privadas, englobando todos os níveis de ensino.

Importante indicarmos que os documentos oficiais brasileiros, em especial os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1997), apresentam considerações sobre a articulação entre o ensino de Ciências e a temática ambiental. Esses documentos indicam que a educação ambiental deve permear o currículo escolar do Ensino Fundamental como um todo e, que o tema transversal Meio Ambiente, deve ter uma relação estreita com os conhecimentos específicos de cada disciplina.

O desenvolvimento do educando apenas ocorrerá se forem estudados, discutidos e compreendidos aspectos relacionados às problemáticas que afetam diretamente a vida das pessoas, envolvendo a temática ambiental, como o tema “mudanças climáticas”. Nesta perspectiva, os educandos poderão se envolver de forma crítica e atuar de forma concreta e consciente frente a diversas questões nas discussões realizadas pela sociedade (BRASIL, 1997).

Barreto (2009, p. 56), afirma que:

As mudanças climáticas são um importante ponto de partida para o estudo de como funcionam os processos naturais relacionados ao clima, pois abrangem os estudos de fenômenos como o efeito estufa, ciclo do hidrogênio, movimento de massas de ar, entre outros. A

compreensão, pelos alunos, dos fatores que influenciam nas mudanças do clima podendo gerar um aquecimento global é essencial, principalmente devido à importância que o clima tem para a produção de alimentos e para a economia mundial e à repercussão dos impactos relacionados aos fenômenos climáticos.

Neste sentido, a incorporação das questões ambientais pelos conteúdos curriculares de Ciências pode ser justificada de duas maneiras. A primeira é a forma de legitimar a utilidade da disciplina escolar de Ciências, tendo em vista que seus conteúdos passam a ser valorizados socialmente por estarem relacionados à temática ambiental. A segunda defende que a escolha de alguns temas ambientais não se deve ao seu valor social, mas sim por estarem ligados à Biologia (Ecologia), Ciência de referência dessa disciplina (OLIVEIRA, 2009). Além dessas, devemos destacar a interdisciplinaridade que deve estar presente nessas discussões.

As temáticas ambientais tratadas na escola buscam relacionar o lugar onde se vive com os problemas sociais como: lixo, enchentes, poluição, aquecimento global, entre outros. Sendo assim, devemos salientar que o consumo inconsciente, que altera o meio, passa a ser objeto de estudo quando nos referimos às questões socioambientais (WATANABE-CARAMELLO, 2012).

Segundo Silva (2007, p. 58), devemos levar em conta que:

Esta complexidade inerente ao aquecimento global não nos permite classificar este fenômeno como eminentemente físico, químico, geológico, biológico, filosófico, sociológico, geográfico e/ou político. Este fenômeno envolve cada uma destas áreas do conhecimento humano e é somente a partir de um diálogo entre essas disciplinas que nos aproximamos de um entendimento mais amplo do problema.

Em relação aos conteúdos da disciplina de Ciências, os PCN (BRASIL, 1998) propõem, para o ensino Fundamental, que sejam trabalhados de forma interdisciplinar e contextualizados, a fim de justificar a compreensão do mundo.

De acordo com Baganha (2010), há a necessidade de repensar a prática docente sobre diferentes aspectos, dentre eles, sobre o papel e o uso dos livros didáticos. Para tanto, há a necessidade de repensar a educação científica atual, que busca pela superação do ensino tradicional, reducionista que, segundo Krasilchik (1987), é baseado na memorização de informações, passando para um ensino ativo, experimental, que pretenda propiciar a formação de atitude científica ao aluno para

que ele possa pensar e agir em relação aos problemas sociais detectados e, aqui, acrescentamos os problemas ambientais também.

Importante destacar que uma das críticas direcionadas ao trabalho educativo é articulado apenas com o ensino de Ciências na educação básica. Para Reigota (1994) e autores que partilham da mesma ideia, a educação ambiental na educação básica, muitas vezes, prioriza a transmissão de conceitos específicos de matérias como Biologia e Geografia. Aliás, esse é um aspecto que chama a atenção de outros autores, como Grün (1996, p. 105), conforme:

Ao confinar a educação ambiental quase exclusivamente ao ensino de biologia, acaba por reduzir a abordagem necessariamente complexa, multifacetada, ética e política das questões ambientais aos seus aspectos biológicos.

Esse aspecto se deve ao fato de o currículo atual estar embasado na lógica cartesiana, na medida em que a Natureza não é tematizada:

O antropocentrismo e a separação dos indivíduos dos ecossistemas que os sustentam são pontos importantes da orientação Cartesiana do currículo. Contudo, essa é apenas uma parte da história. O Cartesianismo também se manifesta naquilo que não é expresso ou articulado pelo fato de o Cartesianismo se auto-fundamentar como “único” modo possível de compreender a realidade. (GRÜN, 2003, p. 4).

O autor complementa que hoje há uma grande preocupação na sociedade acerca das questões ecológicas e que uma opção para se trabalhar temas ecológicos é necessariamente tentarmos “[...] compreender o papel que a Ciência Moderna exerce no desdobramento da crise ecológica” (GRÜN, 2003, p. 4).

Nas escolas em geral, “vivemos atitudes anticientíficas” que se tornam um empecilho para a criação de vínculos intelectuais e afetivos com a educação ambiental (BELLINI, 2002, p. 101). A autora também afirma que:

Sem as ciências como “substância” para a compreensão das funções e das estruturas da natureza fica pobre o território inovador da educação ambiental. Das várias dimensões da educação ambiental uma, sem dúvida, é a dimensão científica e, aqui, não falamos de ciência instrumental, mas também da ciência que nasce da imaginação, da observação, da curiosidade, da experiência em seu sentido filosófico.

Pesquisadores como Pierson, Freitas e Zuin (2005), defendem a ideia de que a educação científica deve ser entendida como instrumento para que o aluno apresente uma participação social e cultural engajada e responsável.

Dessa forma, consideramos relevante a articulação entre o ensino de Ciências e a temática ambiental, sobretudo na proposta de desenvolvimento de novas abordagens educativas, as quais possibilitem alcançar os objetivos da formação sociocientífica. Portanto, a Ciência não deve ser vista como produto e sim como processo histórico em constante transformação (SILVA; TOTI; PIERSON, 2009).

De acordo com Watanabe-Caramello e Kawamura (2014, p. 256-257), “o ponto de partida” para “elaborar propostas mais amplas” para o ensino de Ciências em uma perspectiva crítica:

[...] reside na crítica à percepção de que a ciência funda-se em certezas e possibilidades de previsão determinadas e seguras. Essa visão frequentemente sinaliza discursos de autoridade, posicionamentos reducionistas do tipo contra/ a favor, ou enfatiza possíveis catástrofes, privilegiando abordagens que desconsideram as questões sociais mais amplas. Um exemplo representativo desse tipo pode ser encontrado, frequentemente, nas discussões sobre aquecimento global. O tratamento físico do tema procura certezas sobre o aumento (ou não) da temperatura da Terra, e sua decorrência do aumento (ou não) da presença de gases-estufa na atmosfera. Reduzida dessa forma, e ao eleger um vilão (os gases-estufa), evita-se a complexidade da questão, que envolve todo o enorme conjunto de ações sociais humanas e a dinâmica da natureza, incluindo um modelo econômico apoiado no consumismo crescente, com estreita relação às desigualdades sociais.

É importante destacarmos também a desmistificação do relacionamento da ciência com a verdade (RAZERA; NARDI, 2001, p. 96). A ciência passou a aceitar mais as dúvidas e incertezas como componentes primordiais do pensamento científico e, por isso também, o ensino de Ciências “[...] não pode ficar alheio a essa nova forma de conceber a ciência” sendo que “[...] as mudanças a serem feitas na escola devem seguir o mesmo sentido dessa nova ideia de ciência, ou ela correrá o risco de preparar os estudantes para um futuro inexistente.” (MORENO, 1998, p. 23-33).

Portanto, não devemos associar a ideia de ciência como neutra ou portadora da verdade, que se resume a um conjunto de leis, ou seja, uma ciência nos moldes

clássicos, baseada na perspectiva mecanicista. É relevante pensarmos que a prática dos professores de Ciências Naturais deve estar relacionada aos conhecimentos científicos que sejam livres de determinismos e neutralidades propiciados pela própria formação que esse profissional adquire ao longo de sua vida.

O pleno desenvolvimento do educando, defendido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (BRASIL, 1996), somente ocorrerá se forem estudados, discutidos e compreendidos aspectos relacionados às problemáticas que afetam diretamente a vida das pessoas, que no contexto deste trabalho envolve a temática ambiental, mais especificamente, temas relacionados às mudanças climáticas da Terra. Acredita-se que por meio dessas ações, os alunos poderão tomar parte nas discussões e reflexões promovidas pelas pessoas, nas mídias, o que permitirá uma atuação concreta e conscientemente frente a essas questões, independente de qual seja a sua escolha, exercendo a cidadania (SANTOS; BARROS, 2010).

De acordo com Silva (2007, p. 72), as práticas de ensino de Ciências Naturais devem apresentar, em suas discussões, “[...] os complexos aspectos que envolvem a emergência da crise ambiental e os questionamentos por ela suscitados”. Sendo que, esses questionamentos estão ligados à forma como nos relacionamos com a natureza, ou seja, na interação sociedade–natureza. Nesse sentido, se torna interessante a abordagem de temas controversos como metodologia para as práticas de ensino de Ciências. Além disso, ao abordar temas controversos em atividades pedagógicas, tenta-se evitar abordagens ingênuas em relação à temática ambiental.

A não inclusão de temas controversos no ensino de Ciências pode contribuir para uma visão distorcida da ciência, tratando-a como neutra, desprovida de interesses e altruísta, sendo que a inclusão desses temas em sala de aula pode proporcionar aos alunos uma imagem mais realista da ciência (VIEIRA; BAZZO, 2007).

Portanto, trabalhar com temas complexos e controversos, como o das mudanças climáticas, é importante para o desenvolvimento da percepção do aluno para a compreensão das dinâmicas sociais e naturais que os cercam, dada a concepção de ciência que está relacionada a esse assunto.

Neste momento, é relevante indicar que um recurso didático frequentemente utilizado na educação básica é o livro didático. O livro didático de Ciências

Naturais é um dos principais materiais educativos no apoio ao trabalho docente e tem um importante papel na construção de um ambiente democrático.

Diante do exposto e considerando a grande presença dos livros didáticos nas escolas públicas brasileiras, dada a repercussão de um dos maiores programas de livros didáticos do mundo, o PNLD, entendemos que a análise destes materiais pode evidenciar os conteúdos presentes sobre o tema investigado e se ele é abordado de acordo com as complexidades que o envolve.

3.5 O tema Mudanças Climáticas nos livros didáticos de Ciências

O livro didático acompanhou o desenvolvimento do processo de escolarização do Brasil e assume um papel importante na práxis educativa, tanto como instrumento de trabalho do professor, quanto como único objeto cultural ao qual a criança tinha acesso no final do século XIX e início do século XX (FRISON et al., 2009).

Durante muitas décadas esse material foi considerado uma produção intelectual menor, ou seja, de baixo nível de interesse perante bibliógrafos, educadores e intelectuais de vários setores. Porém nas últimas décadas, ocorre o inverso: o livro didático, desperta o interesse de muitos setores da sociedade, principalmente pesquisadores, que passam a analisar esse material a fim de destacar os aspectos educativos e o papel que ele possui na sociedade atual (BITTENCOURT, 2004).

Ao relatarmos a história do livro didático, também é importante destacarmos o quanto ele vem sofrendo alterações e adaptações nos diversos contextos sejam econômicos, políticos, sociais, educacionais e culturais.

Tendo em vista as diversas funções a ele atribuídas, é uma tarefa difícil defini-lo, e nem é nossa intenção, mas sim, a de demonstrar a importância fundamental que ele tem no processo de escolarização, por ser um instrumento veiculador de valores ideológicos e culturais (BITTENCOURT, 2004). Pode também ser entendido como “[...] uma construção sócio-histórica formada por intenções, realidades e decisões provenientes de diferentes indivíduos e contextos” (DIAS; ABREU, 2006, p. 300-301).

Por estar presente na sala de aula, auxilia a implementação de políticas de educação em geral; a abordagem da educação ambiental em âmbito formal; o apoio

ao planejamento das atividades de ensino e também o seu desdobramento em aprendizagem, além do processo pedagógico desenvolvido pelos professores e estudantes (MARPICA; LOGAREZZI, 2010). Portanto, podemos afirmar que esses materiais são centrais na produção, circulação e apropriação de conhecimentos, principalmente pelos quais a escola é responsável por difundir (LAJOLO, 1996).

Além disso, ele é considerado pela escola, que visa cumprir seu papel de formadora de sujeitos críticos e capazes de atuar na sociedade, como um recurso mediador entre o saber científico e o saber escolar (BAGANHA, 2010).

Sendo assim, partilhamos da posição de Guimarães, Megid Neto e Fernandes (2011), ao afirmarem que o livro didático ainda é o principal material didático utilizado em sala de aula.

A pesquisa realizada por esses autores, intitulada “Como os professores de 6º a 9º ano utilizam o livro didático de ciências”, enfatiza que esse material é frequentemente utilizado pelos professores no que diz respeito aos textos, imagens e exercícios. Analisam, ainda, que a grande maioria dos professores se beneficia dos livros didáticos, mesmo que parcialmente, para o planejamento anual das atividades escolares e também para o planejamento e desenvolvimento das aulas. Em decorrência de o uso do livro ser frequente, é importante que eles sejam atualizados e que apresentem propostas inovadoras.

Os dados da pesquisa também indicaram que “[...] o livro didático adotado pela escola é ainda o principal material didático de uso nas aulas de Ciências.” (GUIMARÃES; MEGID NETO; FERNANDES, 2011, p. 7).

Mediante essas considerações, os livros didáticos deveriam ser planejados em consonância com as questões “[...] inerentes à época e ao ambiente social no qual se situam, transformando-se em um instrumento didático relevante no processo educacional que abarcam múltiplos e variados elementos sócio-científicos” (p. 5). No contexto da sociedade contemporânea, que vivencia problemáticas ambientais significativas, há a necessidade de aprimorar essa compreensão científica (SANTOS; BARROS, 2010).

Em outra pesquisa, realizada por Amaral (2006), é constatada a crescente interatividade criativa do professor com o livro didático, na medida em que substituem alguns textos e atividades por outros retirados de outras coleções didáticas ou paradidáticas. Jornais e revistas, também são fontes de inspiração, ou

seja, há uma relação ativa entre o professor e o livro didático, indicando possivelmente um sinal da multiplicação, reformulação e rapidez da informação.

Embora existam meios eletrônicos para o acesso aos conteúdos escolares, o livro didático deve continuar a ter um papel relevante na educação formal por se tratar de um recurso muito valioso para a grande maioria dos professores, além de possuir caráter de instrumento de formação continuada destes profissionais (SANTOS; BARROS, 2010).

Neste sentido, podemos afirmar que esse material didático é um “[...] veículo portador de um sistema de valores, de ideologias, de uma cultura de determinada época e de determinada sociedade” (BITTENCOURT, 2005, p. 302). Todavia, espera-se que os professores os escolham de forma crítica, consciente e condizente com a realidade de seus educandos, para nortear as discussões que propiciem mudanças atitudinais (MELLO; LONGHINI, 2013).

Autores como Marpica e Logarezzi (2010, p. 116) afirmam que o livro didático é um “potencial promotor da transversalidade necessária para tratar uma temática complexa como é a questão ambiental na atualidade, sobretudo quando vista da perspectiva de uma educação ambiental problematizadora, crítica e transformadora”.

Porém também devemos acrescentar, de acordo com Bittencourt (2004), que o livro didático está imerso em questões polêmicas na sociedade atual, na medida em que ele acaba sendo um objeto cultural contraditório, que gera intensas polêmicas e críticas de muitos setores, mas tem sido sempre considerado como um instrumento fundamental no processo de escolarização. A autora afirma que:

O livro didático provoca debates no interior da escola, entre educadores, alunos e suas famílias, assim como em encontros acadêmicos, em artigos de jornais, envolvendo autores, editores, autoridades políticas, intelectuais de diversas procedências. As discussões em torno do livro estão vinculadas ainda à sua importância econômica para um vasto setor ligado à produção de livros e também ao papel do Estado como agente de controle e como consumidor dessa produção. No caso brasileiro, os investimentos realizados pelas políticas públicas nos últimos anos transformaram o Programa Nacional de Livro Didático (PNLD) no maior programa de livro didático do mundo. (BITTENCOURT, 2004, p. 471).

Dentre as problemáticas que envolvem esse material pedagógico, Guimarães, Megid Neto e Fernandes (2011) afirmam as diversas influências que o livro didático

sofre: os interesses econômicos do Banco Mundial; as críticas das universidades que evidenciam os problemas dos livros através das pesquisas; as limitações e tendências apresentadas nesse material; as várias diretrizes do Ministério da Educação ao propor conteúdos e especificações; e a propaganda das editoras que disputam o mercado de livros didáticos no país.

Nesse sentido, é importante destacarmos a influência do Governo Federal em todo o processo:

O Governo Federal tem se preocupado com a melhoria da qualidade dos livros didáticos a serem utilizados pelos professores, bem como com a integração e o aprimoramento da relação professor e livro didático, por intermédio do PNLD – Programa Nacional do Livro Didático desde início da década de 1990. Temos assim cerca de 20 anos de processos avaliativos do LD [livro didático] no Brasil, os quais estão provocando melhorias na qualidade dos LD editados no país. (GUIMARÃES; MEGID NETO; FERNANDES, 2011, p. 8).

De acordo com esses autores, observa-se uma mudança substancial nos livros didáticos durante a evolução do PNLD no Brasil, sendo que há melhorias em sua qualidade, muito porque avaliações são realizadas a fim de escolher os melhores livros para sua subsequente adoção, acarretando grandes investimentos do Governo para sua produção pelas editoras. Porém os autores também apontam que, muitas vezes, os professores alegam não serem eles quem realizam a escolha da coleção didática a ser utilizada em suas aulas, mas sim, quem o faz é o Departamento de Educação local (GUIMARÃES; MEGID NETO; FERNANDES, 2011).

Sendo assim, temos muito ainda o que avançar nas questões relativas à escolha, produção e distribuição desses materiais didáticos e, também, na melhoria da qualidade da formação do profissional da educação e ao longo de sua carreira, como questões salariais, de incentivo, capacitação, entre outras.

Hoje, a sociedade contemporânea vivencia problemas ambientais significativos, portanto, acreditamos que há a necessidade de aprimoramento da compreensão científica através dos livros didáticos – particularmente quando nos referimos às Ciências Naturais (SANTOS; BARROS, 2010).

Os livros didáticos, no ensino fundamental, como afirma Barreto (2009), trabalham aspectos naturais do planeta, apresentando sua formação e funções.

Como exemplo, um dos assuntos abordados nos livros é o papel do efeito estufa na manutenção da vida na Terra.

Como já indicado por Amaral (2006) e Lobato et al. (2009), na busca por um material contextualizado e atualizado, os livros didáticos de Ciências incorporam, de maneira crescente, textos e imagens originalmente publicados em revistas e jornais de divulgação científica. Diante disso, também visam incorporar temas que apresentam discussões na sociedade atual, tais como: Efeito Estufa; Destruição da Camada de Ozônio; Poluição Ambiental; Chuva Ácida; Água Potável; Questão Energética, entre outros.

Ainda de acordo com Lobato et al. (2009), é importante considerarmos que os textos de divulgação científica possuem características que ilustram um tipo de texto cujos objetivos e composição são distintos daqueles que materializam o discurso científico escolar, particularmente nos livros didáticos de Ciências, tornando necessária uma adaptação desses textos, sem alterar significativamente sua estrutura e sem causar a fragmentação de ideias.

No capítulo seguinte, procuramos trazer os resultados das análises realizadas a fim de entendermos melhor os significados atribuídos ao tema “mudanças climáticas” pelos livros didáticos de Ciências para Ensino Fundamental II, indicados pelo PNL 2014.

4 O “TEMA MUDANÇAS CLIMÁTICAS” NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS

De acordo com os PCN (BRASIL, 1998) de Ciências Naturais para terceiro e quartos ciclos do ensino fundamental, os eixos temáticos, articulam diferentes conceitos em seus respectivos anos escolares, sendo assim: 6º ano – Terra e Universo; 7º ano – Vida e Ambiente; 8º ano – Ser Humano e Saúde e 9º ano – Tecnologia e Sociedade. Além destes, o tema “Meio Ambiente”, pode aparecer transversalmente dentre todo o conteúdo.

Diante disso, algumas características gerais foram percebidas nos primeiros contatos com as obras didáticas utilizadas para a presente pesquisa:

- Os assuntos relacionados ao tema das mudanças climáticas são mais abordados nos livros didáticos referentes ao 6º ano, os quais se propõe trabalhar com a temática “Terra e Universo”;
- Os livros de 7º ano propõem o trabalho com a temática “Vida e Ambiente”, dentre os quais, o tema “mudanças climáticas” aparece pouco e pontualmente, ou seja, na discussão de algum texto específico ou na forma de Box;
- Os livros de 8º ano são os que menos abordam o tema “mudanças climáticas”, uma vez que, em geral, discutem assuntos referentes ao “Ser Humano”;
- Além dos livros didáticos de 6º ano, os que mais apresentam a temática das mudanças climáticas são os de 9º ano, que apresentam assuntos relacionados à “Tecnologia e Sociedade”.

As coleções analisadas, ao apresentarem estruturas semelhantes entre si e ao adotarem as indicações dos PCN (BRASIL, 1998) para determinada etapa de escolaridade, acabam por selecionar assuntos parecidos para tratar de um tema específico, havendo poucas exceções.

Muitas vezes o tema das Mudanças Climáticas Globais é apontado como um exemplo de determinado assunto curricular ou como uma extensão dele, como por exemplo, ao trabalhar conceitos sobre a “Atmosfera Terrestre”, os livros trazem essa discussão, ou então, um texto autoexplicativo. Nestes casos, algumas vezes o tema

é apresentado em boxes ou textos informativos, dando a entender que este é um assunto extracurricular, ou seja, o qual cabe ao professor a decisão de discuti-lo com a profundidade adequada, procurando materiais específicos, ou não.

Após as primeiras impressões da leitura das obras didáticas, buscamos analisar mais detalhadamente os assuntos apresentados pelos livros ao discutir o tema proposto. Desta forma, elaboramos as unidades de registro e, com isso, as organizamos em agrupamentos. Após toda essa esquematização e aprofundamento dos conteúdos, foram elaboradas cinco categorias, as quais dão conta dos significados atribuídos ao tema, são elas: “Considerações sobre o fenômeno do efeito estufa”; “Considerações sobre o fenômeno do aquecimento global”, “Causas das mudanças climáticas”, “Consequências das mudanças climáticas” e “Medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas”.

A fim de apresentarmos as categorias analisadas, construímos a tabela 2, a qual busca representar a presença (quadrados coloridos com cor mais escura) e a ausência (sem coloração) das cinco categorias em cada coleção didática analisada, como podemos observar a seguir:

Tabela 2 – Categorias referentes aos aspectos das mudanças climáticas presentes nas coleções analisadas.

CATEGORIAS	COLEÇÕES ANALISADAS																		
	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6	LD7	LD8	LD9	LD10	LD11	LD12	LD13	LD14	LD15	LD16	LD17	LD18	LD19
Considerações sobre o fenômeno do efeito estufa																			
Considerações sobre o fenômeno do aquecimento global																			
Causas das mudanças climáticas																			
Consequências das mudanças climáticas																			
Medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas																			

Fonte: Elaborada pela autora.

Com a construção da tabela, percebemos que a maioria das coleções apresenta as cinco categorias construídas. As coleções C4, C10, C12 e C13 não apresentam considerações sobre o fenômeno do aquecimento global, da mesma

forma que a coleção C12 não apresenta considerações sobre as causas das mudanças climáticas.

Nas sessões seguintes, buscamos detalhar e explicar cada categoria formada, a fim de discutirmos que aspectos são veiculados e que abordagens estão presentes sobre o tema mudanças climáticas nos livros didáticos de Ciências.

4.1 Considerações sobre o fenômeno do Efeito Estufa

Na primeira categoria buscou-se traçar considerações sobre o fenômeno do efeito estufa, dessa forma, explicaremos a seguir os significados atribuídos a eles nas coleções analisadas.

O fenômeno do efeito estufa, quando abordado pelas coleções didáticas, geralmente é estudado nos livros de 6^{os} e 9^{os} anos e, na maioria das vezes, aparece como um fenômeno natural inerente à própria dinâmica climática da Terra.

A fim de uma melhor visualização das considerações, sobre esse fenômeno, presentes nos livros analisados, elaboramos o Quadro 2. Para tanto, foram formados os agrupamentos “Fenômeno natural”, “Intensificação do fenômeno” e “Analogias relacionadas ao fenômeno”, de acordo com as unidades de registro elaboradas. Buscamos também apresentar os dados referentes ao número de livros e coleções nas quais o respectivo agrupamento foi identificado, além do próprio livro, e a qual ano de escolaridade pertence. Também foram calculadas as frequências (número de vezes em que um determinado assunto aparece) referentes a cada agrupamento formado e, por último, são apresentados exemplos de cada um.

Quadro 2 – Considerações sobre o fenômeno efeito estufa presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.

Agrupamento	Unidades de Registro	Nº de coleções em que aparece - Nº de livros em que aparece	Livros que aparece – Ano em que aparece	Frequência	Exemplo
Fenômeno natural	- Manutenção da temperatura terrestre; - Condições favoráveis à vida.	19-32	C1 – 6º, 7º C2 – 6º C3 – 6º, 9º C4 – 6º, 9º C5 – 9º C6 – 6º C7 – 6º, 9º C8 – 6º, 9º C9 – 8º, 9º C10 – 6º C11 – 6º, 9º C12 – 6º, 9º C13 – 6º, 8º C14 – 6º, 7º, 9º C15 – 6º, 9º C16 – 9º C17 – 6º, 9º C18 – 6º C19 – 6º	44	[...] A temperatura média do planeta é mantida pelo efeito estufa natural. Uma camada de gases presentes na atmosfera retém parte do calor proveniente do Sol, o que contribui para a manutenção da temperatura no planeta, adequada para a vida. (C8, 9º ano, 2012, p. 89)
Intensificação do fenômeno	- Aumento na quantidade de gases-estufa; - Gás carbônico como principal responsável.	13-15	C2 – 6º C7 – 6º C8 – 6º C9 – 6º, 9º C10 – 6º C11 – 6º C12 – 9º C13 – 6º C15 – 6º, 9º C16 – 9º C17 – 9º C18 – 6º C19 – 6º	21	Os cientistas observaram que, ao longo dos dois últimos séculos, as temperaturas médias do planeta têm aumentado como consequência da grande produção e liberação de gases-estufa. A maior quantidade desses gases na atmosfera provoca a intensificação do efeito estufa. (C19, 6º ano, 2012, p. 231)
Analogias relacionadas ao fenômeno	- Estufa de vidro; - Automóvel fechado.	14-19	C1 – 6º C3 – 6º C4 – 6º, 9º C5 – 9º C6 – 6º C7 – 6º, 9º C9 – 6º C11 – 6º, 9º C12 – 6º C13 – 6º C14 – 6º, 9º C15 – 6º C16 – 6º, 9º C19 – 6º	22	Esse efeito [calor reabsorvido pela atmosfera é novamente enviado para a Terra] da atmosfera sobre a temperatura da Terra é chamado de efeito estufa , porque pode ser comparado ao que ocorre nas estufas de vidro. (C7, 2012, 6º ano, p. 166)

Fonte: Elaborada pela autora.

A menção ao fato de que o efeito estufa é um fenômeno natural está presente em trinta e dois do total de livros didáticos analisados e aparecem quarenta e quatro

vezes ao longo da análise das obras. Como podemos observar no Quadro 2, as unidades de registro “Manutenção da temperatura terrestre” e “Condições favoráveis à vida”, nos possibilitaram a construção do agrupamento denominado “Fenômeno natural”.

É significativo o número de coleções e frequências nas quais o efeito estufa é apresentado como um fenômeno natural. As considerações realizadas por esses livros não demonstram apenas um aspecto do fenômeno, por exemplo, devido somente às atividades humanas, mas apresenta sua ligação ao próprio ciclo natural da Terra, onde fenômenos físicos, químicos e biológicos estão interligados.

A unidade de registro “manutenção da temperatura terrestre” pode ser exemplificada pelo excerto retirado do livro C13 e refere-se ao tema como um fenômeno natural, ou seja, da própria natureza terrestre, o que possibilita a manutenção da sua temperatura, como podemos observar a seguir:

Graças ao efeito estufa, a temperatura de nosso planeta é “agradável” durante o dia todo. O calor que a atmosfera impede de sair nos aquece durante a noite, período de ausência de luz solar. Por outro lado, essa mesma atmosfera também impede que uma quantidade excessiva de calor atinja determinadas regiões durante o dia (C13, 2012, 6º ano, p. 42).

Em seguida, os autores complementam o exposto apontando que as pessoas deveriam compreender melhor o fenômeno do efeito estufa, pois este garante as condições climáticas necessárias para a existência da vida no planeta Terra, justificando a unidade de registro “condições favoráveis à vida”.

A análise também indica que as considerações sobre este fenômeno podem ser resumidas basicamente em duas perspectivas: 1. Manutenção da temperatura terrestre; 2. Possibilitar a existência de condições climáticas favoráveis à vida sobre a Terra. Dessa forma, ambas relacionam o efeito estufa a um fenômeno natural.

Essas duas características aparecem concomitantemente em grande parte das coleções analisadas. São elas: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C11, C13, C14, C15, C17, e C19.

Verificamos que alguns termos que aparecem nos excertos selecionados para a construção do Quadro 2, mais especificamente nesse primeiro agrupamento, são baseados na discussão elaborada pelas Ciências da Natureza. Conceitos como “temperatura”, “radiação”, “calor”, “energia”, entre outros, estão diretamente

relacionados aos conhecimentos sistematizados pelo campo da Física. Em outras situações, há referências diretas à modificação da composição dos gases que compõem a atmosfera, assunto este, relacionado às discussões elaboradas pelo campo da Química. Conhecimentos sistematizados pelas Ciências Biológicas podem ser identificados em discussões que abordam termos como “vida”, “sobrevivência”, “espécies” e “seres vivos”.

Nos excertos retirados dos livros que relacionam o fenômeno do efeito estufa como algo natural da própria dinâmica terrestre, se destaca a utilização frequente de conceitos físicos para a explicação do fenômeno. Chama a atenção o fato de o conceito “temperatura” ser muito frequente nos livros analisados. Todavia, é importante salientar que este conceito é, muitas vezes, apresentado a partir de considerações que são criticados por físicos, tais como a ideia de uma temperatura média global (ANDRESEN, ESSEX, McKITRICK, 2007).

Os autores das coleções C3, C4, C5, C7, C8, C11, C15, C17 e C19 se referem a uma “temperatura média” do planeta, ou seja, abordam uma ideia amplamente difundida nos meios de comunicação e consagrada nos discursos de vários estudiosos das mudanças climáticas.

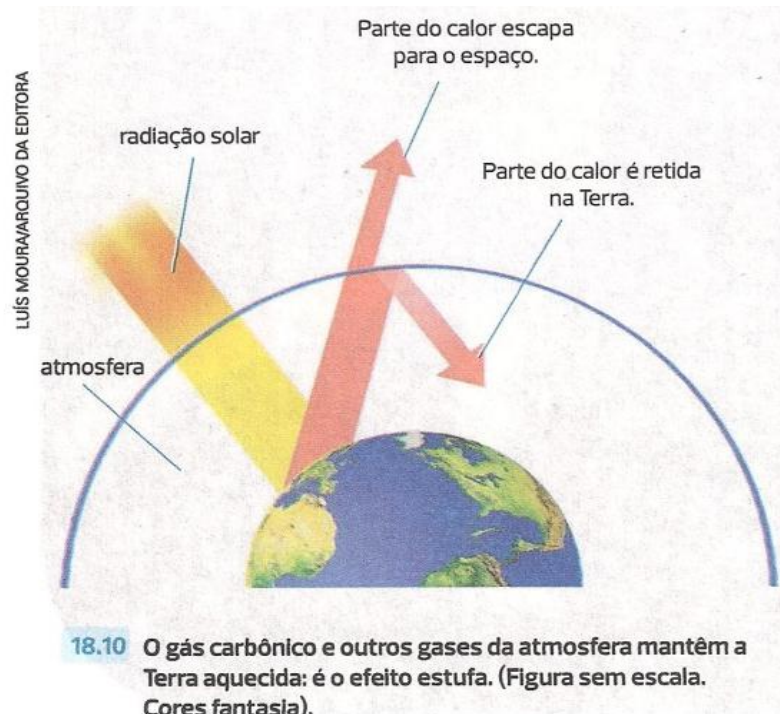
Informações relativas à temperatura média global aparecem nas coleções didáticas de C3, C4, C7, C11, C12, C15 e C17, quando tratam de explicar o fenômeno do efeito estufa. O excerto a seguir exemplifica esse contexto:

O **efeito estufa** mantém a **temperatura média** da Terra em torno de 15°C . Sem ele, o planeta ficaria coberto por uma camada de gelo e sua temperatura estaria em torno de -18°C . (C7, 2012, 9º ano, p. 260, grifo nosso).

Outro exemplo de utilização de conceitos relacionados com o campo da Física é quando os autores dos livros analisados se propõem a descrever o que ocorre na interação entre a radiação solar e a Terra. Esse fato nos remete às considerações sobre a interação entre radiação e matéria.

As coleções C1, C3, C4, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18 e C19 apresentam esquemas para exemplificar o fenômeno do efeito estufa. Alguns desses esquemas e explicações utilizam termos científicos para a explicação do fenômeno. Podemos analisá-los através das figuras 1 e 2, ambas presentes em livros de 9º ano.

Figura 1: Esquema do efeito estufa 1.



Fonte: C7 (2012, 9º ano, p. 260).

Figura 2: Esquema do efeito estufa 2.



Fonte: C9 (2012, 9º ano, p. 296).

A Figura 1, presente na coleção C7, aponta – de modo esquemático – as principais etapas do processo de interação entre a radiação solar e a atmosfera, apresentando somente referências aos nomes dos elementos, tais como “atmosfera” e “radiação solar” e explica sucintamente o que ocorre. A coleção C9, por sua vez, na Figura 2, apresenta as etapas de forma esquematizada e, também, algumas explicações sucintas sobre o fenômeno e quando comparado ao primeiro esquema,

utilizam de termos científicos relacionados à Física, tais como “energia”, “radiações infravermelhas” e “energia irradiada”, para explicar o fenômeno do efeito estufa. É interessante indicar que esses esquemas apresentam o tema do efeito estufa de uma forma linear – desconsiderando suas interações - privilegiando explicações pautadas por processos diretos de ação e reação, ou seja, explicam o processo de forma reducionista e simplificada. Além disso, não consideram os seres vivos como parte integrante dessa dinâmica.

Além da discussão científica que aparece em esquemas, há também outras explicações apresentadas por meio de figuras. Segundo Lobato et al. (2009), os livros didáticos, buscando ser um material atualizado e contextualizado, cada vez mais incorporam textos e imagens, grande parte deles originalmente publicados em revistas e jornais de divulgação científica, trazendo para discussão temas relativos à sociedade. Segundo nossas análises, parte dessas figuras deveria conter termos científicos mais detalhados. Nas coleções didáticas C14 e C17, por exemplo, alguns conceitos da Física são empregados na explicação do fenômeno efeito estufa. A utilização dos termos como “temperatura”, “radiação solar”, “condução de calor”, “absorção de calor”, “energia solar absorvida”, “energia refletida” e “calor” são apresentadas quando esse fenômeno é discutido, como exemplificado nos excertos a seguir:

A radiação solar atravessa a atmosfera, iluminando e aquecendo a superfície do planeta. Parte desse calor volta para o espaço e parte fica retida nas camadas mais baixas da atmosfera. Isso é possível porque alguns gases atmosféricos, como o gás carbônico e o gás metano, dificultam a condução de calor para o espaço o que é conhecido como efeito estufa (C14, 2012, 6º ano, p. 197).

Ou ainda,

A energia solar absorvida pela superfície terrestre é devolvida para a atmosfera na forma de calor, porém, gases existentes na atmosfera, com o gás carbônico, retém parte desse calor, regulando a temperatura da atmosfera (C17, 2012, 6º ano, p. 148).

Compreendemos que explicações baseadas em conceitos das Ciências Naturais desempenham um papel fundamental no aporte teórico dos livros didáticos analisados. Estes conceitos fornecem a principal base de explicação dos fenômenos ambientais.

Há, também, nos livros analisados, conhecimentos biológicos que remetem ao fenômeno do efeito estufa. São realizadas nesses materiais, por exemplo, considerações sobre o fato de que muitas espécies só conseguem viver em temperaturas ideais, ou seja, temperaturas muito extremas tornariam a vida do planeta diferente que é hoje, não sendo viável da forma como a conhecemos, muito embora diversas espécies sejam adaptadas a sobreviver em temperaturas extremas, sendo este um discurso positivo nos livros didáticos. A título de exemplo, trouxemos excertos que se referem à existência da vida na Terra:

O efeito estufa é um fenômeno natural e indispensável para a existência da vida na Terra. Sem ele a temperatura do planeta seria cerca de 30°C mais baixa, dificultando ou impedido o desenvolvimento de muitas espécies. (C14, 2012, 9º ano, p. 53).

Ou ainda:

É graças a esse fato que sempre tivemos temperaturas propícias para uma variedade enorme de vida em nosso planeta. (C1, 2011, 6º ano, p. 152).

Além dos conhecimentos relacionados ao campo da Física e da Biologia, observamos também menções aos conceitos da Química. Eles são comuns quando os livros didáticos analisados relatam a contribuição de alguns gases-estufa atmosféricos, já citados anteriormente, para a intensificação do efeito estufa.

Como já discutido neste trabalho, no meio científico há discussões quanto a real contribuição dos gases-estufa para o efeito estufa, porém, muitos pesquisadores atribuem o aumento da concentração desses gases na atmosfera como principal causa da intensificação do fenômeno. Traçaremos, portanto, as principais características de sua intensificação, abordadas nos livros didáticos analisados.

O segundo agrupamento, denominado “Intensificação do fenômeno”, aparece em quinze, do total de livros analisados, e apresenta esse assunto vinte e uma vezes ao longo das obras. As unidades de registro que possibilitaram sua construção foram “Aumento na quantidade de gases-estufa” e “Gás carbônico como principal responsável”.

Os autores da coleção C15 destacam a visão de que o efeito estufa é um fenômeno natural do planeta Terra, porém, a quantidade de gases-estufa tem

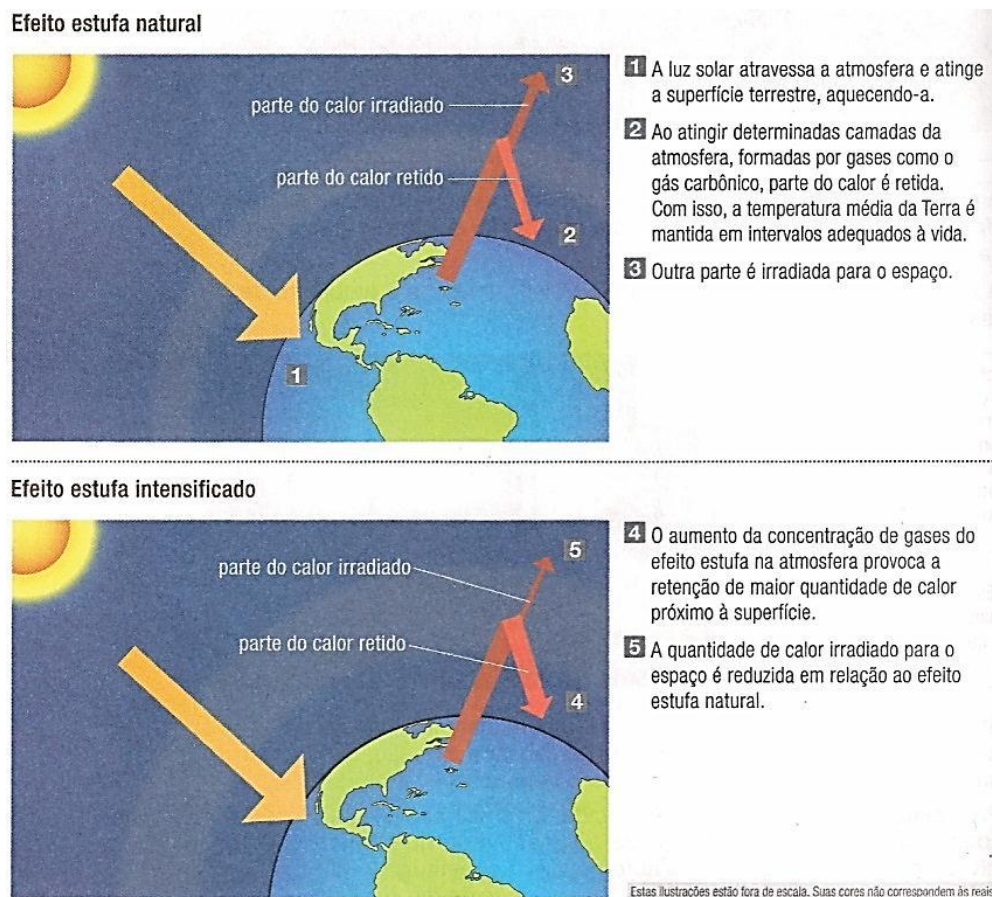
aumentado nos últimos anos, ou seja, há uma intensificação do fenômeno e segundo os autores:

A atmosfera fica saturada com esse tipo de gás [CO₂], que provoca o **agravamento do efeito estufa**. (C15, 2012, 6º ano, p. 161).

Considerações como esta não levam em questão a complexidade dos fenômenos climáticos, na medida em que o sistema é aberto e dinâmico. Assim, podemos dizer que há erros dos autores ao se referirem a atmosfera como “saturada”.

Adentrando a essa discussão sobre a intensificação do efeito estufa, os livros C2, C8 e C13 explicam em etapas, o fenômeno natural e o fenômeno intensificado, comparando suas principais características, também através de esquematizações. Podemos observar essa comparação na figura 3, retirada da coleção C8.

Figura 3: Comparação entre o efeito estufa natural e efeito estufa intensificado.



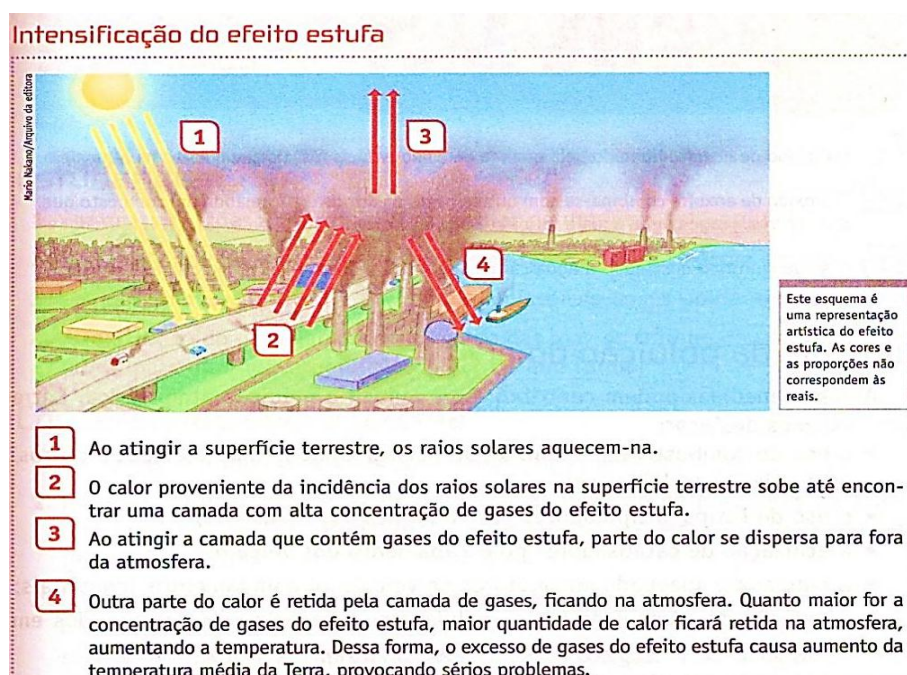
Fonte: C8 (2012, 6º ano, p. 226).

Essas três obras (C2, C8 e C13) fazem uma comparação entre o “efeito estufa natural” e o “efeito estufa intensificado” e afirmam que mantém a temperatura adequada para a manutenção da vida na Terra. No primeiro caso, os autores fazem a discussão de que parte do calor é retida na atmosfera e parte é irradiada, por isso a temperatura se torna adequada à vida. Por sua vez, no segundo caso, o aumento nas concentrações de gases-estufa na atmosfera, retém calor próximo à superfície e, por isso, a quantidade de calor irradiado para o espaço se torna reduzida em relação ao fenômeno natural, portanto, se diz que o efeito estufa foi intensificado.

Diante dessas considerações, há a ausência de uma discussão mais profunda e interconectada dos fatos, incluindo a apresentação de argumentos que pudessem levar em conta a natureza das ações antrópicas e a dinâmica natural do planeta, as quais não aparecem nos esquemas, onde são representadas de forma esquemática as causas relacionadas com o “Aumento na quantidade de gases-estufa” no processo.

Em sua coleção didática, os autores da coleção C2 explicam o fenômeno do efeito estufa esquematizando/ilustrando as etapas de sua intensificação, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Representação da intensificação do efeito estufa.



Fonte: C2 (2012, 6º ano, p. 261).

Na Figura 4, os autores retratam essa intensificação da seguinte forma: os raios solares, ao atingirem a Terra, aquecem-na e o calor proveniente desses raios na superfície terrestre sobe até que encontra uma camada de gases-estufa, perdendo calor para fora da atmosfera. Outra parte do calor fica retida por essa camada de gases, aumentando a temperatura terrestre. Analisamos que a Figura 4, assim como a Figura 3, não apresenta os fenômenos e suas diversas interconexões. Além disso, desconsidera as complexas relações que ocorrem com os seres vivos.

Há também neste livro – C2 – argumentos que indicam que o gás carbônico é o principal gás-estufa e o responsável pela intensificação do fenômeno do efeito estufa, como no excerto a seguir:

Atualmente está ocorrendo o aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, devido principalmente à intensa queima de combustíveis. Com isso, o efeito estufa é intensificado, aumentando a temperatura média de nosso planeta (C2, 2012, 6º ano, p. 261).

Na coleção C9 também podemos observar a atribuição que os autores fazem ao gás carbônico como o que mais contribui para a intensificação do fenômeno efeito estufa, na medida em que:

O gás carbônico ou dióxido de carbono está normalmente presente na atmosfera. Em pequena quantidade ele é útil, porque as plantas o empregam na fotossíntese. Porém em excesso, sua presença pode determinar aumento na temperatura da atmosfera, com efeitos sobre o clima (C9, 2012, 9º ano, p. 302).

Outro excerto, este retirado da coleção C15, retrata a importância do gás carbônico na intensificação do efeito estufa e relacionam esse gás como:

[...] responsável pelo efeito estufa e o maior problema está no fato de sua concentração estar aumentando com o passar dos anos. [...] à medida que sua concentração aumenta maior quantidade de calor fica retida na Terra, causando o aumento na temperatura (C15, 2012, 9º ano, p. 368).

Os autores de coleções de livros didáticos como C7, C9, C10, C11 e C15, por sua vez, em alguns momentos, apontam o gás carbônico não mais como principal ou único responsável pela intensificação do efeito estufa, mas como:

[...] **um dos gases** que causam o efeito estufa. Portanto, um aumento na quantidade desse gás provoca a intensificação do efeito estufa e, conseqüentemente, a elevação da temperatura média do planeta (C7, 2012, 6º ano, p. 173, grifo nosso).

Neste contexto, nossos dados indicam que as cinco coleções citadas (C7, C9, C10, C11 e C15) mostram que, além do gás carbônico, outros gases, como o metano e o óxido de nitrogênio, são também responsáveis pela intensificação do efeito estufa, porém não apontam outros gases-estufa existentes. Como exemplificado nos excertos seguintes:

O **gás carbônico**, o **metano** e o **óxido de nitrogênio** são gases que produzem o efeito de aquecimento do ar mais próximo à superfície da Terra, conhecido como efeito estufa. (C10, 2012, 6º ano, p. 159, grifo nosso).

Ou ainda,

O problema é que nos últimos 100 anos aumentou na atmosfera a quantidade de gases que favorecem o efeito estufa, principalmente o **gás carbônico**, o **metano** e o **óxido nítrico** (C11, 2012, 6º ano, p. 174, grifo nosso).

Os nossos dados indicam que os textos analisados se apropriam do discurso científico mais frequente sobre o efeito estufa e sua intensificação nos dias atuais. Este dado, de forma isolada, indica que este material didático tem uma série de pontos interessantes, sobretudo, ao possibilitar que os alunos tenham acesso aos argumentos de natureza científica para explicar origem, causas e efeitos deste fenômeno climático. A crítica que apresentamos, nesta situação, está relacionada ao fato de que estes materiais têm possibilidades de apresentar um discurso pautado pela complexidade dos fenômenos climáticos, porém, raramente o fazem.

Nas coleções C13 e C15, os autores, quando fazem a tentativa de apontar aspectos da complexidade do tema mudanças climáticas, propõem a discussão, por exemplo, de algum tipo de controvérsia relacionada ao fenômeno.

Na coleção C13, as autoras destacam que, frequentemente, o fenômeno efeito estufa está associado à ação do ser humano sobre a natureza, como se sua

existência fosse devida exclusivamente ao lançamento de gases na atmosfera, provenientes da queima de combustíveis fósseis. E apontam, ainda, que:

Parece que eles só surgiram com o progresso, mas isso não é verdade. Alguns gases responsáveis pelo efeito estufa têm **origem natural**, enquanto outros são **produzidos artificialmente** (C13, 2012, 6º ano, p. 43, grifo nosso).

Nesse trecho, na medida em que as autoras não olham para o fenômeno como uma catástrofe devida somente às ações antrópicas, mas sim, como um fenômeno natural, apontam que certos gases têm origem natural, enquanto outros são produzidos artificialmente decorrentes do “progresso” da humanidade.

Na coleção C15, por sua vez, as autoras se referem ao efeito estufa como:

[...] **natural e benéfico** por manter a temperatura da Terra e, em consequência, favorecer a sobrevivência dos seres vivos. No entanto desde o surgimento das primeiras indústrias, no século XXI, a quantidade de gás carbônico liberado para a atmosfera tem aumentado (C15, 2012, 6º ano, p. 161, grifo nosso).

As autoras referidas, citadas acima, fazem um contraponto, na medida em que abordam em seus livros o efeito estufa como um fenômeno natural e benéfico que está sendo acelerado devido às grandes emissões de gases, graças às atividades humanas, principalmente a partir da Revolução Industrial. Esse fenômeno, nessa perspectiva, não é visto exclusivamente como uma catástrofe, mas também, a partir de considerações de que parte da explicação da intensificação deste fenômeno se deve aos ciclos naturais da Terra. Essas considerações podem ser completadas pela literatura específica da área, a qual afirma que ao longo do tempo, a composição química da atmosfera terrestre vem se modificando, seja por fenômenos naturais ou antrópicos, provocando variações na intensidade do efeito estufa (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015).

O fenômeno do efeito estufa, por ser amplamente divulgado nos materiais didáticos analisados, em diversos momentos é apresentado por meio de comparações. Entendemos que elas sejam feitas a fim de tornar o fenômeno mais simples de ser explicado e entendido. Neste sentido, estão presentes em dezenove do total de livros analisados e aparecem vinte e duas vezes ao longo das obras.

Com essa análise, verificamos que os autores explicam o efeito estufa a partir de analogias com uma “estufa de vidro”, na qual se cultivam plantas e com “automóvel fechado”, ambos tendo a finalidade de representar a retenção de calor que ocorre na atmosfera.

Nas coleções C1, C4, C5, C6, C7, C9, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17 e C19 o efeito estufa é comparado com uma estufa de vidro. Em casos em que essa analogia não é clara e bem explicada, podem ocorrer erros, os quais foram explicados no item 3.1. Destacamos os excertos a seguir:

De modo semelhante ao vidro da estufa, a atmosfera deixa passar raios de Sol que aquecem a Terra. Uma parte desse calor volta e escapa para o espaço, atravessando a atmosfera, enquanto outra parte é absorvida por gases atmosféricos (como o gás carbônico) e permanece na Terra, mantendo-a aquecida (C15, 2012, 6º ano, p. 161).

Na atmosfera terrestre estão presentes alguns gases – como o gás carbônico, vapor de água e metano – que atuam, em escala global, como se fossem o telhado de uma gigantesca estufa. Parte da energia proveniente do Sol fica “aprisionada” na Terra, fazendo com que a temperatura do planeta seja superior àquela que seria esperada. Esse processo, que contribui para o aquecimento da Terra, é denominado **efeito estufa** (C5, 2012, 9º ano, p. 98).

Nas coleções de C3, C6 e C11 o fenômeno efeito estufa, além de ser comparado com estufa de vidro, também é comparado a automóveis com vidros fechados. Como observamos no excerto a seguir:

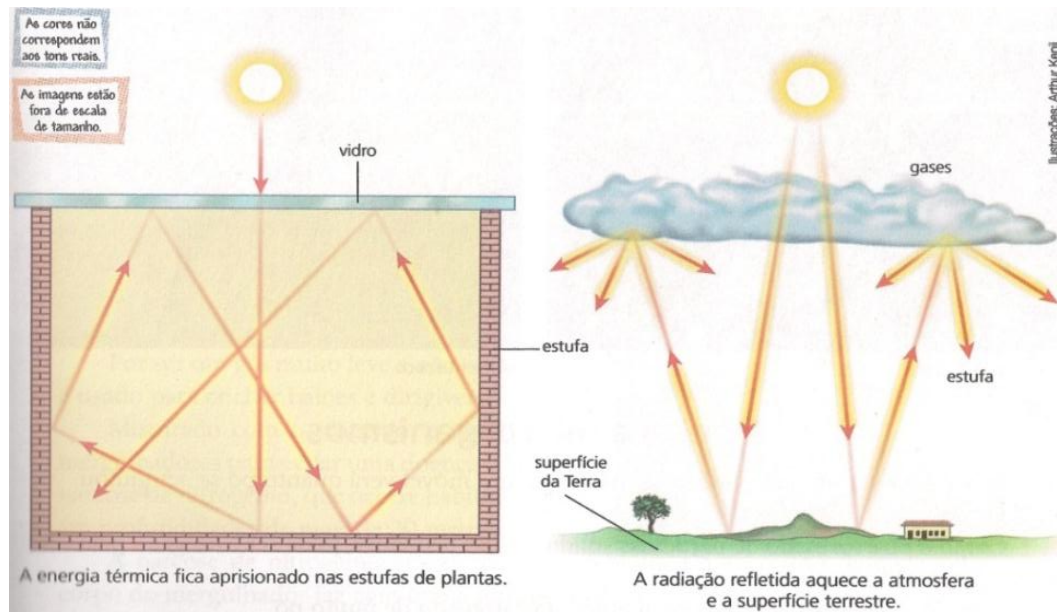
O interior de um automóvel ficará muito quente se ele permanecer algumas horas sob o sol forte, com os vidros fechados. Os raios solares atingem o interior do carro, pois atravessam o vidro que é transparente. Essa radiação é transformada em calor, mas este, ao contrário da luz, não atravessa o vidro, permanecendo no interior do carro e causando grande aumento da temperatura interna.

O mesmo acontece em uma estufa de plantas construída com paredes de vidro. O ambiente permanece aquecido e com a temperatura estável dentro da estufa, o que favorece um crescimento de muitas plantas.

A atmosfera atua de modo semelhante no planeta. Durante o dia, parte dos raios solares é refletida novamente para o espaço, enquanto outra parte dessa radiação é absorvida pela atmosfera. Assim, mesmo quando não há luz do Sol a Terra se mantém aquecida. Essa condição é mantida pelo efeito estufa (C6, 2012, 6º ano, p. 293).

As coleções C1, C4, C5, C6, C7, C9, C13, C14, C15, C16 e C19, quando fazem essas analogias, trazem um esquema do funcionamento da estufa de vidro e, alguns, apresentam a comparação dela e o efeito estufa da Terra com o uso de imagens, como podemos observar na Figura 5, a seguir, retirada da coleção de C9.

Figura 5: Esquema comparativo entre estufa de vidro e o efeito estufa da Terra.



Fonte: C9 (2012, 6º ano, p. 97).

Percebemos que este é um esquema bem limitado conceitualmente, sobretudo no que diz respeito às interações de radiação x matéria, que ocorrem na atmosfera. Os autores dos livros didáticos, ao propor a utilização destas analogias na escola, podem acarretar o ensino equivocado do tema. Além de que os raios da imagem à direita, ou seja, na natureza, não apresentam trajetórias caóticas quando comparados aos da estufa de vidro (imagem à esquerda).

As autoras da coleção C15 apresentam uma breve discussão sobre o nome do fenômeno efeito estufa, como podemos observar a seguir:

O nome estufa tem origem nas estufas de vidro, em que se cultivam certas plantas. Nelas, a luz do Sol atravessa o vidro aquecendo o interior do ambiente. Apenas parte do calor consegue atravessar o vidro, saindo da estufa (C15, 2012, 6º ano, p. 160).

Novamente, percebemos que a base de explicação do fenômeno está relacionada com uma analogia equivocada com estufas de vidro. Em relação à utilização das “Analogias relacionadas ao fenômeno”, é importante indicar os grandes equívocos conceituais contidos neste tipo de analogia. Comparações entre o fenômeno efeito estufa com estufas de vidro e carros com os vidros fechados apresentam erros nessas relações. De acordo com Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2002, p. 2), devemos ter cuidado com o uso de analogias e metáforas apresentadas nos livros didáticos, pois,

[...] não parece haver preocupação com a forma de abordagem dessas analogias nos livros, ou seja, não se consegue estabelecer se as apresentações obedecem a alguma abordagem sistematizada. Estas apresentações, particularmente em Biologia, não evidenciam uma preocupação com as características do conceito-análogo (isto é, aquele que é mais familiar ao aluno) que não serão utilizadas como referências para se pensar sobre conceito-alvo (ou seja, aquele que se pretende ensinar). Isto pode contribuir para a formação ou reforço de concepções alternativas, baseadas justamente em aspectos onde o análogo e o alvo não se correspondem.

Esses autores se apoiam na ideia de Bachelard para explicar a noção de obstáculo epistemológico, que pode ser estudada tanto no desenvolvimento histórico do pensamento científico, como também na educação, pois estes mesmos obstáculos constituem-se em obstáculos pedagógicos para o ensino de Ciências (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2002)

Além destes, outros pesquisadores, não consideram essa comparação ideal, alegando ser utilizada erroneamente, como é o caso de Marques (1992), Lobato et al. (2009), Galvão e Silva (2007) e Pina, Silva e Oliveira Júnior (2010), como discutido no capítulo teórico (item 3.1). Apesar disso, ao analisarmos os livros didáticos que trazem esse assunto percebemos que essas controvérsias não são apresentadas, os autores desses livros apenas apresentam as analogias sem questionar o “por que” a utilizam e se são adequadas.

A interação da radiação eletromagnética com os gases da atmosfera não possui paralelo com um obstáculo de vidro que aprisiona o ar quente. Neste sentido, seria importante que os autores, mesmo ao utilizarem essas analogias, diferenciassem o fenômeno que ocorre na estufa de vidro ou em automóveis com vidros fechados como o que acontece na atmosfera (efeito estufa) causado pelos gases do fenômeno em questão.

Nesta perspectiva, a maioria dos livros aborda o tema do efeito estufa como um fenômeno natural devido às alterações do próprio planeta Terra. Em segundo lugar aparecem as analogias relacionadas ao fenômeno e, por último, mas não menos importante, ele é explicado devido sua intensificação, por meio do aumento de gases-estufa na atmosfera.

Outro fenômeno apresentado nos livros didáticos, ao longo das nossas análises, é o do Aquecimento Global. Ele está diretamente relacionado às mudanças climáticas, sendo assim, o próximo tópico tem o intuito de apresentar e discutir as considerações referentes ao aquecimento global presentes nos livros didáticos analisados.

4.2 Considerações sobre o fenômeno do Aquecimento Global

A segunda categoria formada nos remete às considerações sobre o fenômeno do aquecimento global realizada nas coleções didáticas analisadas.

Dado o aumento da quantidade de gases-estufa na atmosfera, devido a causas naturais e antrópicas – que serão discutidas na próxima sessão – ocorre a intensificação do fenômeno efeito estufa, acarretando o aquecimento atmosférico ou o aumento da temperatura terrestre, fenômeno denominado Aquecimento Global.

Esse fenômeno é importante para questões relativas às mudanças climáticas globais e, por isso, buscamos organizar as informações que o corpus documental do presente trabalho apresenta sobre ele. Para tanto, foi construído o Quadro 3, no qual a primeira coluna apresenta os agrupamentos formados a partir das unidades de registro presentes na segunda coluna. Na terceira é apresentada a quantidade de livros e de coleções nas quais os respectivos agrupamentos aparecem, na quarta trazemos o livro e o ano de escolaridade respectivo no qual esse agrupamento está presente e na quinta coluna é apresentada a frequência com que ocorrem. Finalmente, na última coluna, são apresentados excertos retirados dos livros que exemplificam os respectivos agrupamentos formados.

Quadro 3 – Considerações sobre o fenômeno aquecimento global presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.

Agrupamento	Unidades de Registro	Nº de coleções em que aparece - Nº de livros em que aparece	Livros que aparece – Ano em que aparece	Frequência	Exemplos
Aumento da temperatura Terrestre	- Temperatura	9-14	C1 – 6º C3 – 6º C5 – 9º C7 – 6º, 7º, 9º C9 – 8º C14 – 6º, 7º C17 – 6º, 9º C18 – 6º C19 – 6º, 9º	16	Os cientistas chamam de aquecimento global o aumento da temperatura atmosférica que vem ocorrendo gradualmente ao longo dos últimos cem anos. (C17, 2012, 6º ano, p. 148)
Aumento da intensidade do efeito estufa	- Incremento de gases-estufa	10-10	C1 – 6º C2 – 6º C6 – 6º C7 – 6º C8 – 6º C11 – 6º C14 – 9º C15 – 6º C16 – 6º C17 – 6º	11	A alteração ambiental que tem causado grande preocupação mundial é o aquecimento global , provocado pelo aumento da intensidade do efeito estufa. (C16, 2012, 6º ano, p. 244)

Fonte: Elaborado pela autora.

O aquecimento global, quando apresentado pelos livros didáticos analisados, é discutido a partir de dois focos de interesse: um afirma que o aquecimento global está diretamente relacionado ao aumento da temperatura da Terra, não citando a relação existente com o fenômeno do efeito estufa. Outra forma desses materiais abordarem esse fenômeno é que ele ocorre devido ao aumento da intensidade de gases-estufa na atmosfera, ou seja, o efeito estufa intensificado possibilita um aquecimento da Terra, denominado de aquecimento global. Essas afirmações presentes nos livros possibilitou-nos criar dois agrupamentos quando nos referimos às considerações sobre o fenômeno do aquecimento global, são elas: “Aumento da temperatura terrestre” e “Aumento da intensidade do efeito estufa”. Neste caso, a frequência com que o primeiro agrupamento apresenta os assuntos (dezesseis

vezes) é maior que o segundo (onze vezes), além de o primeiro estar presente em quatorze livros enquanto o segundo em dez dentre o total analisado.

Do ponto de vista científico, o fenômeno aquecimento global é definido por dezesseis do total de livros didáticos analisados, formando o agrupamento “Aumento da temperatura terrestre”. Diante disso, quando o fenômeno é abordado dessa maneira o termo “temperatura” – conceito relacionado ao campo do conhecimento da Física – está presente nas discussões, por isso, foi a unidade de registro utilizada para a elaboração do agrupamento, como podemos observar, nos excertos retirados dos livros analisados, a seguir:

Aquecimento global é o **aumento da temperatura atmosférica** ao longo dos últimos cem anos (C17, 2012, 6º ano, p. 150, grifo nosso).

Ou ainda,

Nas últimas décadas, no entanto, tem-se verificado um **aumento na temperatura média da atmosfera**, chamado de aquecimento global (C14, 6º ano, p. 197, grifo nosso).

As coleções que abordam o tema a partir da ideia de um aumento na temperatura média da atmosfera são as seguintes: C1, C3, C5, C7, C9, C14, C17, C18 e C19, porém, é importante atentarmos para o fato de as coleções C1, C7 e C17, também explicarem o aquecimento global como o aumento da intensidade do efeito estufa, devido ao incremento de gases, ou seja, elas se repetem no segundo agrupamento.

Em relação à segunda abordagem do aquecimento global, verificamos que, em dez do total de livros didáticos analisados – sendo que três também pertencem ao primeiro agrupamento – o fenômeno é caracterizado pelos autores como sendo uma consequência do fenômeno efeito estufa, ou seja, devido à intensificação deste. Neste caso, elaboramos o agrupamento “Aumento da intensidade do efeito estufa”, sendo este formado a partir da unidade de registro “Incremento de gases-estufa”. Um ponto de destaque positivo está no fato de que, em argumentos desta natureza, percebe-se a presença de vários conceitos da área da Química. Novamente, destacamos o fato de estes livros didáticos apresentarem uma interessante ênfase em argumentos de natureza científica, mesmo considerando que este esteja voltado para uma caracterização linear do fenômeno.

Os excertos a seguir, retirados das coleções C14 e C17, exemplificam a formação desse agrupamento:

O aquecimento global ocorre devido à **intensificação do efeito estufa**, em consequência do aumento da quantidade de gás carbônico presente na atmosfera, concentrando nela mais calor (C17, 2012, 6º ano, p. 148, grifo nosso).

E também,

O aumento, ano após ano, na emissão de gás carbônico tem **intensificado o efeito estufa** desencadeando o fenômeno conhecido como aquecimento global, que tem afetado profundamente o clima mundial e levado cientistas a prever sérias consequências para o meio ambiente de todo o planeta (C14, 2012, 9º ano, p. 53, grifo nosso).

De acordo com a maioria dos autores dos livros didáticos analisados (vide também excertos), o histórico da emissão antrópica do gás carbônico e do dióxido de carbono, na era industrial, é apresentado como o principal intensificador do efeito estufa e, portanto, está relacionado às causas do aquecimento global. Essa visão é afirmada pela coleção C7, como no excerto a seguir:

[...] o gás carbônico é um dos gases que causam o efeito estufa. Portanto, um aumento na quantidade desse gás provoca a **intensificação do efeito estufa** e, conseqüentemente, a **elevação da temperatura média do planeta**. Essa elevação na temperatura é chamada de aquecimento global (C7, 6º ano, p. 173, grifo nosso).

Os livros didáticos que estão presentes nesses dois agrupamentos, ao se referirem ao aquecimento global, o fazem citando o gás carbônico como, quando não o único, o principal responsável pelo fenômeno. A coleção C11 é a única que apresenta explicitamente a contribuição de outros gases-estufa para o aquecimento da Terra, conforme o excerto:

[...] o aumento na quantidade de gases que favorecem o efeito estufa] está promovendo a elevação da temperatura média do planeta, o chamado aquecimento global (C11, 2012, 6º ano, p. 174).

Nesta perspectiva, quando o aquecimento global é apresentado pelos livros, a maioria dos autores o define como o aumento da temperatura terrestre, sendo que,

alguns, também explicam o fenômeno devido ao aumento da intensidade do efeito estufa.

Quando essas discussões são realizadas nos livros analisados, alguns termos relacionados à Física são apresentados, ao serem realizadas considerações sobre o fenômeno do aquecimento global, por exemplo, “calor”, “temperatura” e “temperatura média”. Termos relativos à Química, como “gases-estufa” e “gás carbônico” também são utilizados pelos autores. Em relação à Biologia, “consequências para o meio ambiente” e “desequilíbrios ecológicos” são apresentados, quando o fenômeno do aquecimento global é abordado.

Importante mencionar que, ao tratar do tema aquecimento global, nos livros didáticos também não se apresentam discussões que apontem para o fato de este ser um fenômeno climático que pode ser identificado e caracterizado pela não-linearidade e pelas incertezas inerentes à construção de modelos que possam prever com “exatidão” cenários futuros. Ou seja, seria interessante que estes materiais didáticos também pudessem tratar dos riscos inerentes à forma como nossa sociedade se relaciona com a natureza, riscos estes, presentes desde a era industrial e pós-industrial. Uma das visões apresentadas pelos autores da coleção C9 traz a ideia de que o aumento da temperatura terrestre não acontece em zonas específicas, mas em todo o Planeta, conforme podemos observar no excerto a seguir:

O aquecimento global é o **aumento da temperatura terrestre** (não só numa zona específica, mas em todo o planeta) e tem preocupado a comunidade científica cada vez mais (C9, 2012, 8º ano, p. 303, grifo nosso).

Ideia semelhante é proposta na coleção C1, na afirmativa que segue:

O aquecimento global é o **aumento da temperatura em todo o planeta** e não apenas em regiões específicas (C1 2011, 6º ano, p. 110, grifo nosso).

As autoras da coleção C19 apresentam a quantificação do aumento na temperatura média da Terra:

Estima-se que uma elevação de até 4° C na **temperatura média** do planeta até o fim deste século. Esse efeito é chamado de *aquecimento global* (C19, 2012, 6º ano, p. 231, grifo nosso).

Os excertos transcritos explicitam – novamente – o conceito de uma “temperatura global média”. Todavia, não há nenhuma menção às controvérsias científicas inerentes a esta discussão, fato que pode caracterizar, para os estudantes (e professores), a existência de um consenso na comunidade científica sobre este assunto, além de apresentarem um discurso catastrófico.

Importante destacar que nossos dados indicam que as considerações que os livros didáticos analisados apresentam sobre o aquecimento global, sem fazer referência ao efeito estufa, é mais frequente que as considerações que apresentam o tema a partir do aumento da intensidade do efeito estufa devido ao incremento de gases na atmosfera.

Na próxima sessão apresentaremos e discutiremos dados que indicam quais são – segundo os livros didáticos – as causas das mudanças climáticas.

4.3 Causas das mudanças climáticas

Nesta sessão apresentaremos considerações sobre a categoria “Causas das mudanças climáticas”, as quais são relatadas pelos autores dos livros didáticos analisados. No Quadro 4 são destacados os agrupamentos, as unidades de registro, o número de livros, coleções, e em quais livros e ano de escolaridade pertencem tais agrupamentos relativos às causas das mudanças climáticas. Também foram calculadas as frequências com que determinado assunto aparece nos agrupamentos formados e, por último, são dados exemplos de cada um.

Quadro 4 – Causas associadas às mudanças climáticas presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.

Agrupamento	Unidades de Registro	Nº de coleções em que aparece - Nº de livros em que aparece	Livros que aparece – Ano em que aparece	Frequência	Exemplo
Ação antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade industrial; - Veículos; - Desmatamento; - Queimadas; - Agricultura; - Pecuária; - Hidrelétricas. 	18-34	C1 – 6º, 7º C2 – 6º C3 – 6º, 9º C4 – 6º, 9º C5 – 8º, 9º C6 – 6º C7 – 6º, 7º, 9º C8 – 6º, 9º C9 – 6º, 8º, 9º C10 – 6º C11 – 9º C13 – 6º, 8º C14 – 6º, 7º, 9º C15 – 6º, 9º C16 – 6º, 9º C17 – 6º, 7º, 9º C18 – 6º C19 – 6º	100	Constatamos que a cada ano a temperatura do planeta se eleva um pouco e tudo indica que continuará subindo, e o aumento do efeito estufa causado pelas atividades humanas tem sido apontado como grande vilão da situação (C13, 2012, 8º ano, p. 94).
Ação natural e/ou antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Excreção dos animais; - Respiração dos seres vivos; - Materiais em decomposição; - Erupções vulcânicas; - Queimadas; - Depósitos de gás natural; - Reservas de água; - Tectônica de placas; - Ciclos solares; - Variações orbitais; - Aquecimento do núcleo terrestre; - Ciclos de Milankovitch 	9-13	C1 – 6º, 7º C4 – 9º C7 – 9º C8 – 6º C9 – 6º, 8º, 9º C10 – 6º C13 – 6º, 8º C16 – 6º C19 – 6º	18	Alguns cientistas atribuem essas alterações à maior quantidade de gases do efeito estufa na atmosfera, como o gás carbônico e o metano. Outros cientistas, no entanto, acham que essas mudanças são naturais e iriam ocorrer independentemente do aumento da quantidade de gases do efeito estufa (C19, 2012, 6º ano, p. 213).

Fonte: Elaborada pela autora.

Como podemos observar, dois agrupamentos se destacam a partir das unidades de registro elaborados: “Ação antrópica” e “Ação natural e/ou antrópica”.

O primeiro agrupamento atribui exclusivamente à ação humana a principal causa das mudanças climáticas globais.

O segundo agrupamento reúne unidades de registro, que destacam que parte das causas das mudanças climáticas é devida a processos naturais, ou seja, ao ciclo climático natural da Terra e parte às ações antrópicas..

O primeiro agrupamento, que se refere à “Ação antrópica”, é identificado em trinta e quatro do total de livros analisados, número maior quando comparado ao número de livros dentre os quais apresentam o segundo agrupamento (treze). A frequência com que os assuntos referentes ao primeiro agrupamento é identificada (cem vezes) também é maior quando comparado ao segundo (dezoito vezes). Muito provavelmente esses resultados transparecem o discurso midiático atual, o qual atribuem as mudanças climáticas às ações antrópicas.

As unidades de registro que permitiram a construção do agrupamento referente à “Ação antrópica” foram as seguintes: “Atividade industrial”, “Veículos”, “Desmatamento”, “Queimadas”, “Agricultura”, “Pecuária” e “Hidrelétricas”.

Em trinta e quatro livros analisados, prevalece a visão de que as mudanças climáticas são causadas exclusivamente pela ação antrópica. A coleção C7, por exemplo, afirma:

[...] com 90% de certeza, que o **ser humano** é responsável pelo aquecimento global (C7, 2012, 9º ano, p. 262, grifo nosso).

Os autores da coleção C3 também compartilham dessa opinião quando propõem que:

Infelizmente certas **atividades humanas** estão contribuindo para intensificar o efeito estufa, o que poderá levar a vários desequilíbrios ecológicos (C3, 2012, 6º ano, p. 200, grifo nosso).

Referentes às principais ações antrópicas que colaboram com o incremento de gases na atmosfera, os autores dos livros apresentam as seguintes: atividade industrial, veículos, desmatamento, queimadas, agricultura, pecuária e hidrelétricas.

As coleções C1, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C13, C15, C16 e C17 indicam as atividades industriais e a utilização de veículos como sendo os principais causadores das emissões de gases-estufa, sendo essas exclusivamente baseadas em ações antrópicas. Podemos exemplificar esse apontamento com o excerto a seguir:

Fábricas e veículos que queimam gasolina e outros combustíveis feitos do petróleo vêm provocando um desequilíbrio no efeito estufa da Terra. Esse desequilíbrio pode causar mudanças no clima do planeta (C7, 2012, 6º ano, p. 166, grifo nosso).

Além de considerar as indústrias e os veículos como os principais causadores das emissões de gases-estufa na atmosfera e, portanto, como intensificadores das mudanças climáticas, alguns livros didáticos também consideram de outras duas causas: desmatamento e queimadas. As coleções C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C10, C11, C13, C14, C15, C16, C17 e C19 indicam que o desmatamento e as queimadas são importantes causadores das mudanças climáticas atuais. Como exemplificado no excerto a seguir:

[...] um grupo de cientistas que estuda as variações das condições atmosféricas ao longo do tempo defende que a rápida elevação da temperatura média do planeta é causada pelo aumento exagerado da emissão de gases do efeito estufa, gerados por **atividades humanas**, principalmente uso de **combustíveis fósseis, desmatamento e queimadas** (C10, 2012, 6º ano, p. 161, grifo nosso).

As coleções C1, C4, C13 e C17 afirmam que as atividades relacionadas com a agricultura e a pecuária contribuem para a ocorrência das mudanças climáticas, sendo que esses processos vêm ocorrendo em escala mundial.

A coleção C1, por sua vez, indica que as mudanças no uso da terra para a agricultura e a pecuária são responsáveis por parte dos gases-estufa lançados para a atmosfera, fato que vem intensificando as mudanças no clima. Os apontamentos a seguir exemplificam essas afirmações:

Desde o século 19, aproximadamente 60% do carbono armazenado nos solos e na vegetação foi perdido como resultado das mudanças no uso da terra, tais como limpar a terra para **agricultura** e para as cidades (C1, 2011, 6º ano, p. 238, grifo nosso).

A **pecuária** é responsável por metade das emissões de gases do efeito estufa no Brasil [...] (C1, 2011, 7º ano, p. 131, grifo nosso).

A coleção C15, de forma exclusiva, indica que a construção e utilização de hidrelétricas, para produzir energia elétrica, possui potencial para a intensificação do efeito estufa. Os autores apresentam o trecho de um site, onde consideram que as

emissões de gases-estufa emitidos pelas hidrelétricas são causadores da intensificação do efeito estufa, como podemos observar no excerto a seguir:

Durante as construções e funcionamento, as usinas **hidrelétricas** emitem gás carbônico (CO₂) e metano (CH₄), dois dos principais causadores do aumento prejudicial do efeito estufa (BONSOR, disponível em <<http://ciencia.hsw.com.br/usinas-hidreletricas5.htm>> *apud* C15, 2012, 6º ano, p. 87, grifo nosso).

Essas ações propostas pelos autores dos livros analisados são consideradas as principais emissoras de gases-estufa na atmosfera. Com o incremento desses gases, o efeito estufa é intensificado, acarretando o aquecimento global e, portanto, as mudanças climáticas globais.

Interessante indicarmos, também, que as coleções didáticas C6, C7, C8, C13, C14, C17 e C19 apontam o período da Revolução Industrial como o início do processo de aceleração da emissão de gases-estufa na atmosfera. Seguem alguns excertos retirados dos livros analisados que exemplificam essa afirmação:

A relação entre a queima de combustíveis e o aumento de concentração de CO₂ na atmosfera começou a ser verificada a partir de 1760, no início da Revolução Industrial (C17, 2012, 9º ano, p. 76).

Ou ainda,

Desde a Revolução Industrial, há cerca de 200 anos, a concentração de gás carbônico [...] na atmosfera vem aumentando significativamente. Isso é decorrência da utilização de reações de combustão como fonte de energia. O gás carbônico tem sido apontado como um dos principais responsáveis pelo aquecimento global (C14, 2012, 9º ano, p. 53).

Em nossa investigação, todos os livros analisados apresentam como principal causa da aceleração do fenômeno mudanças climáticas o incremento de gases-estufa na atmosfera. Há autores que trazem como exemplo apenas o gás carbônico e há os autores que identificam, além desse, outros gases responsáveis como o metano, o óxido de nitrogênio, entre outros.

A autora da coleção C4 defende a ideia de que as atividades humanas estão liberando diversas toneladas de gases na atmosfera, gases esses que contribuem

para a intensificação do efeito estufa, aumentando a temperatura média da Terra. A mesma autora em outro trecho do livro propõe que:

Nos últimos anos, a quantidade de gás carbônico liberado na atmosfera vem aumentando, o que pode levar à intensificação do efeito estufa. [...] pode aumentar a temperatura média do planeta, causando diversas mudanças climáticas (C4, 2012, 6º ano, p. 201).

Além disso, a autora também atribui a responsabilidade ao gás ozônio afirmando que ele contribui para o efeito estufa devido à formação da camada de ozônio, porém, não explica esse fenômeno a partir de outros aspectos além de ser um erro conceitual na medida em que o ozônio está presente nas camadas baixas da atmosfera e, portanto não interfere no efeito estufa, como podemos observar na declaração:

O ozônio está presente em baixíssima quantidade, mas é importante por constituir a camada de ozônio e também está relacionado ao efeito estufa (C4, 2012, 6º ano, p. 181).

As coleções C13 e C15 relacionam os gases-estufa à retenção de calor na atmosfera, um fenômeno físico, como apresentado nas seguintes publicações:

Assim como o gás carbônico, o vapor de água é importante para manter a temperatura do planeta, pois ambos colaboram na retenção de calor (C15, 2012, 6º ano, p. 120).

Quando há alta concentração de gás carbônico e outros gases do efeito estufa, há maior retenção de calor (C13, 2012, 8º ano, p. 91).

Autores das coleções C1, C8 e C14, se referem aos gases de efeito estufa como “poluentes”. Parte dos argumentos apresentados se embasa na Química:

A queima dessas matérias [combustíveis fósseis] dá origem a poluentes que causam grande impacto ambiental, alguns com significativa participação no agravamento do efeito estufa e no superaquecimento global (C14, 2012, 6º ano, p. 195).

Ao propor um número para a quantidade de gases na atmosfera, algumas coleções analisadas atribuem a essas medições às causas das mudanças climáticas

ao se embasarem em modelos matemáticos para propor hipóteses e discutir os dados. Esse aspecto pode ser observado no excerto extraído da coleção C15:

Essa hipótese baseia-se em observações da temperatura global do ar nos últimos 150 anos, no monitoramento da concentração de CO₂ e em simulações com modelos matemáticos. Nesses últimos 150 anos, a quantidade de gás carbônico aumentou em cerca de 25% e a temperatura média global aumentou de 0,3 °C a 0,6 °C (C15, 2012, 6º ano, p. 162).

Nesse período, além de as autoras defenderem o monitoramento da concentração de gás carbônico como uma técnica inquestionável, também versam sobre o aumento da temperatura média global, apresentando o intervalo de temperatura aumentada nos últimos 150 anos devido ao incremento desse gás na atmosfera. Esse assunto, como já discutido anteriormente, está imerso em incertezas que poderiam ser abordadas por esses livros.

Chama a atenção o fato de um excerto da coleção C9, quando trata de medições dos gases-estufa, ter sido retirado de um site que aborda o tema. Nele, são abordadas técnicas de medições de temperatura e seus valores desde épocas anteriores a 1960, ou desde quando se tem feito o registro das temperaturas em várias áreas do globo. A seguir apresentamos o mencionado texto:

[...] as medidas puderam ser feitas a partir dos anéis de árvores, de sedimentos em lagos e nos gelos, o aumento de 2°C a 6 °C que se prevê para os próximos 100 anos seria maior do que qualquer aumento de temperatura alguma vez registrado desde o aparecimento da civilização humana na Terra. Dessa forma torna-se assim quase certo que o aumento da temperatura que estamos enfrentando é causado pelo homem e não se trata de um fenômeno natural. (extraído do site <http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/ee/Aquecimento1.html> por C9, 2012, 8º ano, p. 303).

Esse conteúdo também retrata o monitoramento dos gases emitidos para a atmosfera e propõe um intervalo de temperatura que pode vir a acrescentar à atual nos próximos cem anos, ou seja, não apenas olham para as medições do passado, mas a usam para prever o futuro, não levando em consideração, além de outros fatores, a imprevisibilidade dos fenômenos climáticos.

Os autores da coleção C3 apresentam um texto adaptado de Costa (2005), Artaxo (2006) e Corrêa (2007) que aborda uma técnica utilizada por pesquisadores

para medição das concentrações de gás carbônico na atmosfera que resultou na, amplamente conhecida, “Curva de Keeling”, como podemos observar no apontamento a seguir:

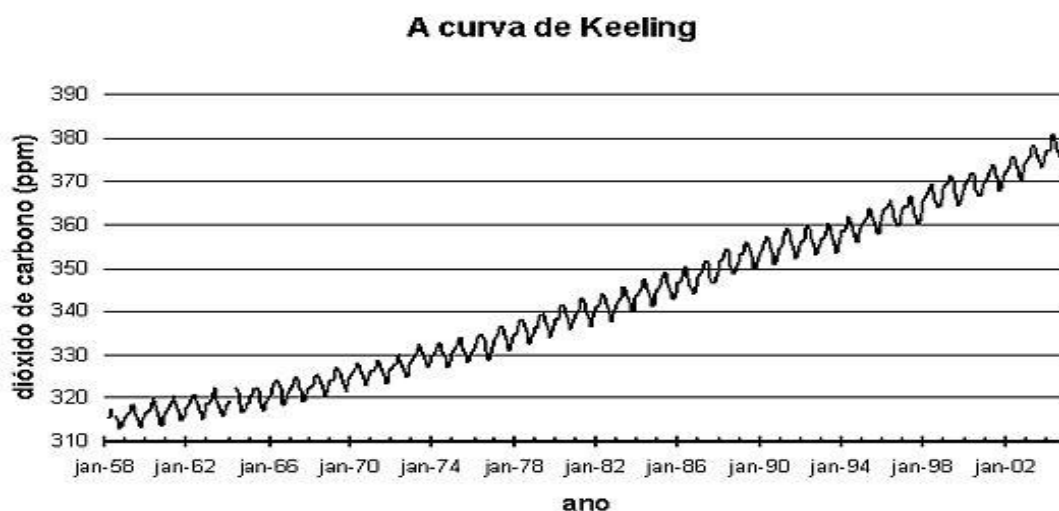
Em 1957, como parte das comemorações do Ano Geofísico Internacional, o químico norte-americano Charles David Keeling (1928-2005) se envolveu num esforço mundial para medir e acompanhar a concentração de CO₂ na atmosfera em escala planetária. Foram montadas bases de pesquisa, uma delas em um dos pontos mais remotos do planeta, a ilha vulcânica de Mauna Loa, no Haváí.

As leituras de concentração de CO₂ na atmosfera começaram de 1958 e continuam até hoje, sendo produzidas várias leituras diárias, posteriormente convertidas em médias mensais. A apresentação gráfica dessas leituras é conhecida como a curva de Keeling.

Em março de 1958, a concentração média de CO₂ na atmosfera foi de 315,71 ppm (ppm=partes por milhão); em março de 1959, 316,65 ppm; em março de 1960, 317,58 ppm; e assim sucessivamente, até atingir 378,41 ppm em março de 2004 (adaptado de COSTA, 2005; ARTAXO, 2006; CORRÊA, 2007 *apud* C3, 2012, 9º ano, p. 131).

Após essas considerações os autores apresentam o gráfico que representa a curva de Keeling, reproduzido a seguir:

Figura 6: Curva de Keeling.



Fonte: Adaptado de Costa (2005), Artaxo (2006) e Corrêa (2007) *apud* C3 (2012, 9º ano, p. 131).

Chama a nossa atenção a qualidade dos argumentos veiculados neste livro didático, que apresenta o gráfico da curva de Keeling. É significativo indicar que os livros didáticos, em sua maioria, melhoraram de forma acentuada a apresentação

dos seus argumentos, sobretudo, se apoiando nos discursos de eminentes cientistas brasileiros como, por exemplo, Paulo Artaxo, que tem se destacado por seu trabalho no IPCC.

Porém é preciso apontar que os autores dos livros analisados não realizam discussões sobre a curva de Keeling. Seria interessante trazer algo relativo ao processo de produção da ciência e não ficar exclusivamente no produto. Além disso, também seria importante indicar que o aumento dos níveis de concentração de dióxido de carbono na atmosfera é um efeito do nosso modo de viver, ou seja, é inerente ao tipo de sociedade que construímos.

O nosso principal apontamento crítico, em relação à discussão sobre mudanças climáticas apresentada nos livros didáticos, indica que é preciso ir além do produto final da ciência. Exemplificamos que, de acordo com Pina, Silva e Oliveira Junior (2010), a linha ondulada que aparece no gráfico da Figura 6 reflete a variação sazonal do fluxo de gás carbônico entre a atmosfera e a biota do hemisfério Norte, sendo que o aumento ou a diminuição desse fluxo está diretamente relacionado aos processos de fotossíntese, que retira o gás carbônico da atmosfera, e de respiração que o adiciona. A variação da concentração do gás carbônico no ano se dá, pois, em algumas estações (final da primavera e durante o verão) o processo de fotossíntese é maior que o de respiração, gerando uma diminuição na concentração do gás. Em outras épocas (outono, inverno e início da primavera), isso se inverte, o fluxo de gás carbônico gerado pelo processo de fotossíntese é menor que o de respiração, ocasionando um aumento na concentração desse gás na atmosfera.

Portanto, quando esses dados são apresentados, é importante que seja feita a discussão de que eles foram coletados no hemisfério Norte e, portanto, a linha ondulada que aparece no gráfico reflete a variação sazonal do fluxo de gás carbônico entre a atmosfera e a biota desse hemisfério (PINA; SILVA; OLIVEIRA JÚNIOR, 2010). É importante, nesse sentido, considerarmos que as técnicas utilizadas para as medições realizadas e a seleção dos dados são, muitas vezes, discutíveis, ou seja, devemos considerar as inconsistências existentes por trás desses métodos que apontam o aquecimento da Terra, sobretudo, porque este é um fenômeno de natureza complexa.

Quando os autores, nas diversas coleções analisadas, retratam as causas das mudanças climáticas associadas à ação antrópica, há certa discussão que

envolve os cientistas sobre os gases responsáveis pelos fenômenos climáticos. Há autores que indicam, por exemplo, o gás metano e o vapor de água como principal gás-estufa, porém, a maioria deles destaca que, por mais que esses gases auxiliem para a retenção de calor na atmosfera, o gás carbônico, por estar em maior quantidade, é o principal responsável. A seguir apresentamos como exemplo um excerto da coleção C6:

Existem outros gases-estufa, como o gás metano, que possui capacidade de armazenar calor bem maior do que a do gás carbônico. No entanto, a concentração do gás carbônico tem aumentado mais rapidamente do que qualquer outro gás-estufa. (C6, 2012, 6º ano, p. 351).

Os autores de uma das coleções didáticas analisadas, a C14, se baseiam em um texto de Moraes (2011), do jornal “O Eco” para apresentar a discussão da responsabilidade atribuída aos gases-estufa para as mudanças climáticas. O vapor de água é visto como um grande responsável, porém, não único, na medida em que, também apresenta o gás carbônico e o metano. Segue o excerto:

Se o vapor d’água é o principal gás de efeito estufa, por que as emissões [...] de CO₂ (dióxido de carbono) e CH₄ (metano) são consideradas responsáveis pelo aquecimento global?

[...] é verdade que o vapor d’água causa grande parte do efeito estufa e não conseguimos controlar a emissão desse vapor diretamente. Mas as emissões [de CO₂ e CH₄] não só aumentam [...] a temperatura média [...] como contribuem para aumentar também a quantidade de vapor d’água na atmosfera, por provocar mais evaporação da água.

No caso do CO₂, [...] esse gás-estufa tem o agravante de permanecer por décadas na atmosfera – o que não ocorre com o vapor d’água. Assim, o CO₂ tem um efeito duradouro e, portanto, cumulativo sobre as temperaturas do planeta. (MORAES, 2011 *apud* C14, 2012, 6º ano, p. 198).

A coleção C15 apresenta o gás carbônico como:

[...] o maior responsável pelo efeito estufa e o maior problema está no fato de sua concentração estar aumentando com o passar dos anos. À medida que sua concentração aumenta, maior quantidade de calor fica retida na Terra, causando o aumento na temperatura (C15, 2012, 9º ano, p. 368).

Afirmações dessa natureza retratam, exclusivamente, apenas um aspecto do problema, ou seja, é atribuída ao gás carbônico senão toda, grande parte da responsabilidade acerca das alterações climáticas na Terra. Porém diversas pesquisas comprovam a existência de outros gases que possuem um importante papel para a intensificação do efeito estufa, contribuindo para as mudanças no clima – como o vapor de água e o metano – apresentadas sucintamente em alguns livros, analisados nesta investigação.

Como já indicado, não há consenso no meio científico sobre o real peso do incremento do gás carbônico e de outros gases para a intensificação do efeito estufa. Neste contexto, é importante que questões de caráter controverso sejam apresentadas nos livros didáticos, na medida em que a ciência não deve ser vista como detentora de um discurso que versa sobre a “verdade”.

O segundo agrupamento, denominado “Ação natural e/ou antrópica”, aparece em treze do total de livros analisados, sendo que o assunto é apresentado dezoito vezes, ou seja, proporções relativamente menores quando comparadas ao primeiro agrupamento.

Quando os autores dos livros analisados se referem aos processos naturais e/ou antrópicos que causam as mudanças climáticas, os termos que aparecem nos livros didáticos analisados e foram utilizados para formar as unidades de registro são: “Excreção de animais”, “Respiração dos seres vivos”, “Materiais em decomposição”, “Erupções vulcânicas”, “Queimadas”, “Depósitos de gás natural”, “Reservas de água”, “Tectônica de placas”, “Ciclos solares”, “Variações orbitais”, “Aquecimento do núcleo terrestre” e “Ciclos de Milankovitch”.

A coleção C1 apresenta exemplos de atividades humanas que contribuem para o incremento de gás-estufa na atmosfera – especificamente o gás metano. A coleção indica que a criação de suínos e bovinos, além da decomposição de material orgânico, aumenta de forma significativa o incremento de metano na atmosfera.

O excesso de gás metano (CH₄) **liberado por suínos e bovinos** e por **materiais em decomposição**, como ocorre nos lixões e nos aterros sanitários, contribui muito para o aumento da temperatura da atmosfera e da superfície do planeta (C1, 2011, 6º ano, p. 110, grifo nosso).

Esses autores trazem, ainda, a ideia de que, as atividades industriais e as atividades naturais como a respiração humana, contribuem para a emissão de gases-estufa para a atmosfera. Esse fato foi utilizado neste trabalho para formar a unidade de registro “Respiração dos seres vivos”, como podemos observar no excerto a seguir:

Várias atividades naturais, como a **respiração humana**, emitem o gás efeito estufa CO₂ para a atmosfera. Mas **processos industriais** que envolvem queima de combustíveis fósseis é que têm aumentado as emissões (C1, 2011, 7º ano, p 186, grifo nosso).

A ideia de que os gases-estufa têm, tanto origem natural quanto antrópica, também é defendida na coleção C13, quando afirma que:

Alguns gases responsáveis pelo efeito estufa tem origem natural, enquanto outros são produzidos artificialmente. Dentre os produzidos de modo natural, podemos citar: o gás metano, gerado nos pântanos como resultado do processo de **apodrecimento de vegetação alagada**; o dióxido de carbono, originado em **erupções vulcânicas** e também em **queimadas** (C13, 2012, 6º ano, p. 43, grifo nosso).

Esse excerto nos auxiliou na construção das unidades de registro: “Materiais em decomposição”, “Erupções vulcânicas” e “Queimadas”. As autoras apresentam também causas das emissões desses gases, tais como: apodrecimento da vegetação alagada, gerando gás metano e erupções vulcânicas e queimadas, gerando gás carbônico.

A autora da coleção C4 se baseia no trabalho de Baird (1995) para discutir a ideia de que as emissões de gases-estufa têm causas tanto naturais quanto antrópicas e destaca como causas naturais as emissões vulcânicas e os “Depósitos de gás natural”, como demonstrado no excerto a seguir:

Os gases de efeito estufa chegam à atmosfera como resultado de uma série de fenômenos naturais, como as **emissões vulcânicas** e as de **depósito de gás natural**, mas também como resultado das **atividades humanas** (BAIRD, 1995 *apud* C4, 2012, 9º ano, p. 135).

A mesma autora se baseia em outro trabalho, o de Moutinho (2011), para dar exemplos de causas naturais – construção da unidade de registro “Reservas de água” – das emissões de gases-estufa na atmosfera, observados a seguir:

Reservas de água doce, como **lagos, rios e córregos**, são fontes naturais de gases- estufa (MOUTINHO, 2011 *apud* C4, 2012, 9º ano, p. 137, grifo nosso).

As autoras da coleção C19 defendem outros processos naturais – como a “Tectônica de placas”, os “Ciclos solares”, as “Variações orbitais” e “Aquecimento do núcleo terrestre”, respectivas unidade de registro – que contribuem para o processo de mudanças climáticas e fazem uma comparação das causas naturais citadas e artificiais, provocadas pelo ser humano, conforme o texto a seguir aponta:

Causas naturais

- **Tectônica de placas:** as placas tectônicas [...] estão se movendo com maior intensidade e causando erupções vulcânicas. Essas erupções estão provocando o derretimento do gelo nos polos e contribuindo para o aumento da temperatura da Terra.
- **Ciclos solares:** a cada 11 anos, o Sol muda o ritmo de suas atividades. Os períodos de atividade mais elevada são conhecidos por máximo solar. Nessas situações, as radiações solares aumentam, incluindo o infravermelho (radiação de calor).
- **Variações orbitais:** a Terra está mudando a inclinação do seu eixo de rotação, fato que acontece de tempos em tempos. Além disso, sua órbita está se alterando, contribuindo para as mudanças climáticas.
- **Aquecimento do núcleo terrestre:** alguns cientistas estão levando a hipótese de que o interior da Terra esteja se aquecendo cada vez mais, o que refletiria em sua superfície.

Causas artificiais, provocadas pelo ser humano

Os pesquisadores que defendem esse ponto de vista afirmam que o aumento de concentração de gases poluentes na atmosfera, produzidos pelas **atividades humanas**, é a causa do aquecimento global (C19, 2012, 9º ano, p. 183, grifo nosso).

Na coleção C13 também é apresentada a ideia de que os gases-estufa têm origem natural, enquanto a quantidade vem aumentando com o progresso, conforme o que se confere em:

Normalmente só se fala mal do efeito estufa. Como vimos, não deveria ser assim, pois é ele que garante a temperatura agradável do nosso planeta. Algo parecido acontece quando se fala da origem dos **gases-estufa**. Parece que eles só surgiram com o progresso, mas isso não é verdade. Alguns gases responsáveis pelo efeito estufa tem origem natural, enquanto outros são produzidos artificialmente. Dentre os produzidos de modo natural, podemos citar: o gás metano,

gerado nos pântanos como resultado do processo de apodrecimento de vegetação alagada; o dióxido de carbono, originado em erupções vulcânicas e também em queimadas.

A quantidade de gases-estufa aumentou muito com o progresso da humanidade. O número de fábricas jogando fumaça pelas chaminés cresceu, como também cresceu a quantidade de carros nas ruas expelindo fumaça pelo escapamento e, conseqüentemente, gás carbônico. Se essa situação continuar o que pode acontecer? (C13, 2012, 6º ano, p. 43).

Neste apontamento, as autoras fazem algumas considerações interessantes sobre as causas das mudanças climáticas. Primeiro, porque apresentam as emissões artificiais e as naturais, considerando que ambas contribuem para o incremento de gases-estufa na atmosfera. Ao final, propõem um questionamento, na medida em que não se sabe ao certo o que pode ocorrer se essas emissões continuarem, ou seja, não sabemos os riscos a serem enfrentados, na medida em que os fenômenos climáticos são imprevisíveis.

O autor da coleção C1 apresenta um texto de Mourão (1988), o qual relata algumas causas naturais das mudanças climáticas, como pode ser verificado neste apontamento:

Uma reconstituição quantitativa da história permite avançar na compreensão das causas e dos mecanismos responsáveis pela evolução climática, alguns de origem periódica bem significativa. Assim, nos últimos 500 mil anos observaram-se três variações de clima com períodos de 25 mil anos (10%), 42 mil anos (25%) e de 10 mil anos (50%). Todos esses períodos são associados à posição da Terra no espaço e órbita no Sistema Solar. Em consequência, poder-se-ia afirmar que essas variações são as causas das eras glaciais, ideia defendida há anos pelo astrônomo russo Milankovitch e só agora, com a paleoclimatologia, verificada de modo seguro (MOURÃO, 1988, *apud* C1, 2011, 6º ano, p. 169).

Aqui, os autores apresentam uma das causas naturais relativas às mudanças climáticas, que é a posição da Terra em relação ao Sistema Solar, chamado de Ciclos de Milankovitch. Novamente, destacamos o quanto são significativas a presença de argumentos científicos recentes sobre as mudanças climáticas nos livros didáticos analisados.

Embora a maioria dos livros indique somente as ações antrópicas como principais responsáveis pelas causas das mudanças climáticas são de grande relevância as considerações realizadas pelos autores da coleção C1, tendo em vista

que apresentam o tema também como uma atividade natural própria da dinâmica terrestre. Esse é o ponto chave de uma abordagem na qual entendemos ser mais adequada do ponto de vista educativo, sobretudo, porque tende a apresentar a existência de uma discussão a cerca de outros pontos de vista científicos em relação às causas das mudanças climáticas.

A coleção C3 chama a nossa atenção o fato de que os autores ao citarem Feigl et al. (2009), apresentando incertezas relativas aos cálculos, como no excerto a seguir:

Os cálculos das emissões de gases de efeito estufa decorrentes do desmatamento de florestas, como a Floresta Amazônica, representam notável desafio para os cientistas. **Apesar dos esforços no aprimoramento desses cálculos, as estimativas ainda apresentam expressivo grau de incerteza** (FEIGL et al., 2009 *apud* C3, 2012, 6º ano, p. 230).

É bem interessante que a coleção C3 apresente menções às incertezas presentes nos instrumentos de medidas utilizados para se calcular as emissões de gases-estufa. Além da coleção C3, os autores das coleções C5, C9 e C10 também buscam apresentar o tema discutindo algumas incertezas e controvérsias relativas às causas das mudanças climáticas. O excerto a seguir exemplifica essa tentativa:

[...] um grupo de cientistas que estuda as variações das condições atmosféricas ao longo do tempo defende que a rápida elevação da temperatura média do planeta é causada pelo aumento exagerado da emissão de gases do efeito estufa, gerados por **atividades humanas**, principalmente uso de combustíveis fósseis, desmatamento e queimadas. Outro grupo de cientistas acha essa visão muito alarmista e defende a redução da emissão de gases do efeito estufa produzidos pelo ser humano como forma de reduzir os problemas ambientais nas metrópoles. Mas são categóricos ao afirmar que o aumento da temperatura média do planeta vem ocorrendo há bastante tempo, muito antes de o ser humano começar a usar intensivamente os combustíveis fósseis e fazer queimadas em extensas áreas do planeta. Para esses cientistas, o aquecimento global não começou no século passado, mas muito antes, e faz parte de um ciclo natural de aquecimento e resfriamento do planeta. Só o tempo dirá qual dos lados tem razão. O debate está aberto e devemos ficar atentos para as ações que propiciam melhores condições de sobrevivência no planeta, além de continuar estudando as condições do passado e as alterações atuais do clima em todo o globo (C10, 2012, 6º ano, p. 160-161).

No texto podemos perceber que as controvérsias científicas relativas às causas das mudanças no clima são atribuídas às diferentes posições dos cientistas sobre o fenômeno, ou seja, são geradas no âmbito interno da ciência. Esse excerto é um bom indicativo da qualidade que os livros didáticos recentes vêm alcançando, em relação às questões científicas. No último parágrafo, os autores afirmam ainda que existe certo debate por trás dessas questões, o qual se torna nosso dever como cidadãos realizar ações para a melhoria da qualidade de vida.

Na coleção C9 são apresentadas algumas informações extraídas de um site de pesquisadores da Universidade de São Paulo que relatam o aspecto complexo e imprevisível das variações climáticas, embora concordem que as mudanças climáticas estão sendo provocadas basicamente pela atividade humana, como podemos entender:

Esses fenômenos naturais bastante **complexos** e **imprevisíveis** podem ser a explicação para as alterações climáticas que a Terra tem sofrido, mas também é possível e mais provável que essas mudanças estejam sendo provocadas pelo aumento do efeito estufa, devido basicamente à atividade humana (Extraído do site: <<http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/ee/Aquecimento1.html>> por C9, 2012, 8º ano, p. 303).

Chama a nossa atenção a menção aos fenômenos “complexos” e “imprevisíveis” ao se discutir o tema das mudanças climáticas. Este é – de fato – um ponto muito interessante desta coleção. Porém, ainda apresenta os termos de forma vaga, ou seja, não explica o que se quer dizer.

Já na coleção C5 é apresentada a existência de controvérsias sobre os efeitos das mudanças climáticas:

Provavelmente você já percebeu, lendo jornais ou assistindo a noticiários de tevê, que esse assunto é bastante polêmico. **As controvérsias não se relacionam, contudo, com a existência do efeito em si, que está comprovada, mas sim às previsões sobre o que poderá acontecer nas próximas décadas** (C5, 2012, 9º ano, p. 99).

De fato, este é um ponto interessante a ser destacado nesta coleção (C5), na medida em que explicita a existência de controvérsias científicas com relação às previsões que são construídas a partir dos modelos climáticos.

As análises realizadas também nos permitem observar que a maioria dos livros apresenta a ação antrópica como principal e, às vezes, única causa das mudanças climáticas. Este é um indicativo de que os livros apresentam uma visão de que a ciência é normalmente construída a partir de consensos quando trata das mudanças climáticas. Porém como já apontamos a ciência não é construída a partir desta perspectiva quando trata de fenômenos complexos.

Importante destacarmos nesse momento que, além dos discutidos nessa sessão, muitos problemas ambientais estão relacionados diretamente às causas das mudanças climáticas. Nesta perspectiva, na próxima sessão apresentaremos as considerações que os livros didáticos veiculam a respeito das consequências das mudanças climáticas atuais.

4.4 Consequências das mudanças climáticas

Nesta sessão, procuramos apresentar as principais consequências relatadas pelos autores dos livros didáticos acerca do tema mudanças climáticas, tomando por base a categoria “Consequências das mudanças climáticas”.

O Quadro 5 sintetiza as informações sistematizadas nesta investigação sobre esta perspectiva do tema mudanças climáticas.

Quadro 5 – Consequências associadas às mudanças climáticas presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.

Agrupamento	Unidades de Registro	Nº de coleções em que aparece - Nº de livros em que aparece	Livros que aparece – Ano em que aparece	Frequência	Exemplos
Alterações nos Oceanos	- Derretimento das geleiras; - Aumento da temperatura; - Mudança da salinidade; - Desaparecimento de regiões litorâneas; - Desaparecimento de ilhas.	17-26	C1 – 6º, 7º C2 – 6º C3 – 6º, 9º C4 – 6º, 9º C5 – 9º C6 – 6º C7 – 6º, 7º, 9º C8 – 6º C9 – 6º C11 – 6º, 9º C12 – 6º, 9º C13 – 8º C14 – 6º C15 – 6º, 9º C16 – 6º	33	O aquecimento do planeta pode provocar o degelo de parte das calotas polares, elevando o nível do mar. A previsão é que o nível do mar possa subir meio metro ou mais nos próximos cinquenta anos, se nada for feito. Isso significa que grandes áreas do litoral poderão ser inundadas e deixar

			C17 – 9 ^o C19 – 6 ^o , 9 ^o		muitas pessoas desabrigadas. Além disso, o avanço das águas salgadas poderá contaminar os reservatórios de água doce mais próximos das regiões costeiras. (C7, 2012, 6 ^o ano, p. 173)
Extinção de espécies ou populações de seres vivos	- Prejuízos às espécies animais; - Prejuízos às espécies vegetais; - Perda da biodiversidade; Destruição de habitats.	15-28	C1 – 7 ^o C2 – 6 ^o , 7 ^o C4 – 6 ^o , 9 ^o C6 – 6 ^o , 7 ^o C7 – 6 ^o , 9 ^o C8 – 6 ^o , 7 ^o C9 – 6 ^o , 7 ^o , 8 ^o C11 – 6 ^o , 7 ^o C13 – 6 ^o C14 – 6 ^o , 7 ^o C15 – 6 ^o , 9 ^o C16 – 6 ^o , 7 ^o C17 – 6 ^o , 7 ^o , 9 ^o C18 – 6 ^o C19 – 6 ^o	42	[...] gases podem intensificar o efeito estufa, aumentando a temperatura média da Terra, o que pode causar diversas consequências nocivas ao planeta e prejudicar os seres vivos. (C4, 2012, 6 ^o ano, p. 189)
Alterações na dinâmica climática da Terra	- Alterações no regime de chuvas; - Mudanças nas correntes de ventos; - Alterações na temperatura terrestre.	15-20	C1 – 6 ^o C2 – 6 ^o C3 – 6 ^o , 9 ^o C4 – 6 ^o C6 – 6 ^o C7 – 6 ^o , 9 ^o C8 – 6 ^o C9 – 6 ^o , 8 ^o , 9 ^o C10 – 6 ^o C11 – 6 ^o C13 – 6 ^o , 8 ^o C14 – 9 ^o C15 – 6 ^o C17 – 9 ^o C19 – 6 ^o	30	A elevação da temperatura média da Terra [...] pode alterar o regime de ventos e de chuvas [...] e causar fortes impactos sobre os ecossistemas em geral [...] (C11, 2012, 6 ^o ano, p. 174)
Aumento da ocorrência de fenômenos naturais extremos	- Tempestades; - Ciclones; - Tornados; - Furacões; - Enchentes.	7-7	C1 – 6 ^o C4 – 6 ^o C6 – 6 ^o C9 – 8 ^o C11 – 9 ^o C15 – 9 ^o C16 – 6 ^o	8	Entre os possíveis efeitos do aquecimento global estão [...] o aumento de números de desastres naturais (enchentes, furacões etc.), entre outros. (C4, 2012, 6 ^o ano, p. 201)

Fonte: Elaborada pela autora.

Em vinte e seis, do total de livros analisados, foram identificadas unidades de registro que tratam das consequências das mudanças climáticas sobre os oceanos, formando o primeiro agrupamento: “Alterações nos oceanos”. A frequência com que ele aparece é de trinta e três vezes ao longo das análises. As unidades de registro que deram origem a ele foram as seguintes: “Derretimento das geleiras”, “Aumento da temperatura”, “Mudança da salinidade”, “Desaparecimento de regiões litorâneas” e “Desaparecimento de ilhas”.

Os autores dos livros analisados se referem ao derretimento das geleiras em decorrência do aquecimento da atmosfera – podendo provocar mudanças na salinidade da água. Na coleção C9, os autores afirmam que as emissões de gases-estufa devido a ações antrópicas, causariam a elevação da temperatura da Terra, o que levaria:

[...] o **gelo dos polos a derreter**. Isso seria um grande problema, porque o **nível do mar iria subir** e as **cidades localizadas próximas a ele poderiam ficar submersas** (C9, 2012, 6º ano, p. 97, grifo nosso).

Esta informação de que o derretimento do gelo nos polos acarreta aumento do nível dos mares tem que ser vista com cuidado. Se o autor estiver falando do gelo dos icebergs, o seu derretimento não causa elevação do nível dos mares. Este aumento tende a ocorrer caso o derretimento ocorra nas geleiras que estão sobre o continente.

Os autores da coleção C14 defendem a ideia de que, a elevação da temperatura do planeta e a falta de chuva, têm ocasionado um rápido encolhimento das geleiras, e relaciona esse derretimento à consequência das mudanças climáticas globais, tais como:

[...] **aumento dos níveis de mares e oceanos, a mudança da salinidade da água dos mares**, entre outras (C14, 2012, 6º ano, p. 69, grifo nosso).

Devido à intensificação do efeito estufa e, portanto, ao aquecimento da Terra, as autoras da coleção C19 relatam as principais consequências desse fenômeno, são elas:

- O **derretimento do gelo dos polos e das geleiras**;
 - A **subida do nível dos oceanos e das geleiras**;
 - A **submersão de ilhas oceânicas**;
 - O **desaparecimento de regiões litorâneas**;
- [...] (C19, 2012, 6º ano, p. 231, grifo nosso).

Em vinte e seis livros analisados, os autores, quando buscam retratar as consequências das mudanças climáticas, fazem uma tentativa de discuti-las relacionando-as aos oceanos. Diante dessa perspectiva, podemos questionar a

forma como essa discussão é realizada, uma vez que, ao apresentarem considerações como estas, não realizam um aprofundamento relativo aos conhecimentos relacionados a esse tema, fenômenos físicos, químicos e biológicos poderiam ser discutidos e aprofundados, além de apresentarem uma perspectiva complexa e controversa dessa temática.

Importante destacarmos que os livros relatam as alterações climáticas, as quais vêm provocando consequências na vida da Terra sejam estas mudanças mais brandas, ou mais intensas. Nesse sentido, o segundo agrupamento formado foi nomeado “Extinção de espécies ou populações de seres vivos” e aparece em vinte e oito do total de livros analisados, com uma frequência de quarenta e duas vezes ao longo da análise, ou seja, a maior entre os outros agrupamentos dessa categoria. Nele, foram identificadas unidades de registro, as quais apontam para diferentes consequências das mudanças climáticas atuais destacando, sobretudo, os “Prejuízos às espécies animais” como, por exemplo, corais, ursos polares, anfíbios e “Prejuízos às espécies vegetais”, além da “Perda da biodiversidade” e “Destruição de habitat”.

Os autores dos livros analisados, geralmente, afirmam que as mudanças climáticas têm, como consequência, o risco de sobrevivência de diversas espécies ou populações de seres vivos, sendo este muito grave e relacionado, principalmente, à destruição de habitat, acarretando diversas transformações nos ecossistemas. Como podemos observar no que segue:

Além de causar grandes problemas aos seres humanos, a elevação do nível dos oceanos pode provocar a **destruição do habitat de muitos seres vivos**, acarretando sérios problemas à fauna e à flora dos ambientes da Terra (C8, 2012, 6º ano, p. 228, grifo nosso).

Ou ainda,

Essas alterações climáticas poderão afetar a produção de alimentos e resultar em grandes transformações de ecossistemas, com **extinção de espécies de plantas e animais**. Poderão também provocar a migração das populações que atualmente vivem nas regiões litorâneas (C17, 2012, 9º ano, p. 77, grifo nosso).

Alguns conceitos biológicos são apresentados quando esse tema é discutido, tais como: “habitat”, “seres vivos”, “fauna”, “flora”, “ecossistemas”, “extinção de

espécies” e “migração das populações”. Esses conceitos são de extrema importância para a discussão das mudanças que o clima pode acarretar para a sobrevivência das espécies nos diferentes ecossistemas, na medida em que envolvem diversos fatores, não apenas o clima em si, mas toda a questão da ciclagem de nutrientes, relação e comportamento dos seres vivos, composição de gases atmosféricos, ciclo da água, do carbono e muitos outros que estão relacionados aos aspectos biológicos do planeta.

Os autores das coleções C1, C2, C7, C8, C11, C14, C16 e C17 consideram o declínio das populações de corais e animais marinhos, principalmente os que possuem esqueleto com deposição de carbonato de cálcio, um grande problema nos ambientes aquáticos devido às mudanças no clima, como podem ser observados neste apontamento:

O dióxido de carbono (CO₂) emitido por atividades humanas tem tornado a água do oceano tão ácida que ela está corroendo conchas e esqueletos de estrelas-do-mar, corais, moluscos, mexilhões e outros grupos marinhos, dizem cientistas (FOLHA DE S. PAULO, 2008 *apud* C1, 2011, 7º ano, p. 186).

Ou ainda,

[...] acredita-se que uma das principais ameaças aos corais é a elevação da temperatura das águas, provocada pelo aquecimento global (C17, 2012, 6º ano, p. 104).

Os autores de uma das coleções analisadas, a C11, explicam esse fenômeno utilizando conceitos biológicos, tais como: “mutualismo” e “pólipos” e conceitos químicos, tais como: “aumento da acidez da água” e “aumento da quantidade de gases dissolvidos”. Como justificado em:

Recentemente os biólogos começaram a observar que está ocorrendo um branqueamento dos corais em todo o mundo. Isso acontece quando as algas que vivem em **mutualismo** com os **pólipos** dos corais vivos desaparecem e o coral fica branco. Esse fato aparentemente está relacionado com o **aumento da acidez da água** do mar em decorrência do **aumento da quantidade de gases dissolvidos**, sobretudo o dióxido de carbono (C11, 2012, 7º ano, p. 102, grifo nosso).

Neste exemplo, novamente se apresenta de forma significativa a utilização de conceitos científicos pelos livros didáticos ao discutir o tema das mudanças climáticas. Todavia, também como indicado em outros momentos, não há referências mais explícitas a uma discussão da ciência enquanto processo.

Os autores da coleção C2 também discutem esse assunto, porém, utilizam um texto de Veloso (2011), que afirma:

[...] os corais sofrem sério risco de **extinção**. [...] Entre as causas da destruição está um dos maiores vilões ecológicos dos últimos tempos: o aquecimento global. A elevação da temperatura das águas do mar em apenas um grau pode matar as algas **zooxantelas**, que dão cor aos corais. [...] No Brasil, a situação também não é animadora. De acordo com o estudo do TCN [The Nature Conservancy], cerca de 30% dos recifes do Oceano Atlântico enfrentam alto risco de extinção. Em 2050, a tendência é de que esse percentual suba para 85%. Para determinar exatamente como os recifes brasileiros estão sendo afetados pelas mudanças globais, estudiosos de diversos institutos nacionais formam o consórcio Coral Vivo em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente (VELOSO, 2011 *apud* C2, 2012, 7º ano, p. 118, grifo nosso).

Nesse excerto também são veiculados conceitos biológicos tais como “extinção” e “zooxantelas”. Além disso, dados de um estudo realizado pela organização internacional “The Nature Conservancy” apresentam o consórcio “Coral Vivo”, em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente, como importantes atores na preservação desses seres vivos, assunto bastante relevante e atual, porém, assim como o anterior não apresentam considerações sobre as complexidades e controvérsias relacionadas às mudanças climáticas.

Os autores das coleções C2, C6 e C16 consideram as consequências das modificações climáticas na vida das populações de anfíbios, como exemplificado nos excertos a seguir:

[...] por meio de estudos, sabe-se que o aquecimento global, por exemplo, tem provocado diminuição da população de anfíbios em diversos locais (C16, 2012, 7º ano, p. 236).

Ou ainda,

Mais recentemente vem ganhando importância nessa história [ameaça de extinção dos anfíbios]: o fungo *Batrachochytrium dendrobatidis*, cuja proliferação tem sido favorecida pelo

aquecimento global. Ele já foi detectado em todos os continentes, menos na Antártida, e está por trás do declínio de dezenas de espécies de anfíbios no mundo [...] (SILVEIRA, 2010 *apud* C2, 2012, 7º ano, p. 181).

No segundo texto citado referente à coleção C2, os autores apresentam um texto científico de Silveira (2010) para retratar a importância de um fungo no aumento da extinção dos anfíbios devido à sua proliferação, a qual é favorecida pelo aumento da temperatura do globo.

Os autores das coleções C7 e C17 apresentam discussões sobre os “Prejuízos às espécies de vegetais”, devido às mudanças climáticas globais, como podemos observar:

O aquecimento global não tem feito as plantas crescerem mais, como se estimava, mas sim menos. Segundo um estudo publicado na revista *Science*, a produtividade dos vegetais tem decaído em todo o mundo.

O motivo são as secas regionais, indica estudo [...], segundo o qual a tendência na produtividade já dura uma década (ZHAO; RUNNING, 2010 *apud* C17, 2012, 7º ano, p. 128).

Ou ainda,

Em relação à Amazônia, estudos realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) indicam que o aumento da temperatura, aliado ao desmatamento transformaria parte da floresta em savana, o que, entre outros efeitos, levaria a uma considerável **perda de biodiversidade** (C7, 2012, 9º ano, p.262, grifo nosso)

A coleção C17 apresenta essa discussão por meio de um artigo publicado na Revista *Science* por Zhao e Running (2010). Essa pesquisa traz dados de que as plantas têm crescido menos e não mais como se afirmava, devido ao aumento da temperatura global, assim, a produtividade dos vegetais tem decaído. Importante apontarmos, neste caso, a utilização de uma revista de ampla divulgação e a mais prestigiada de sua categoria, para a discussão do tema na referida coleção.

Na coleção C7 são apresentados dados de pesquisas realizadas pelo INPE, que indicam um aumento de temperatura, podendo provocar a “savanização da Amazônia”, o que levaria a uma grande “Perda da biodiversidade”. Novamente, chama a atenção a utilização, pelos livros didáticos, de resultados recentes de pesquisas sobre as mudanças climáticas. A utilização de resultados de trabalhos de

pesquisadores do INPE é um interessante sinal da qualidade das informações científicas apresentadas nestes livros didáticos.

Em relação a definições científicas, quando esse assunto é tratado nos livros analisados, a coleção C7 traz questões referentes à biodiversidade, como se verifica a seguir:

Uma das maiores preocupações ecológicas de nossa época é a **destruição da biodiversidade**. Isto é, da variedade de seres vivos existentes em determinado lugar ou no planeta como um todo. Qualquer espécie faz parte de uma **teia alimentar** e, portanto, sua **extinção** pode provocar **desequilíbrios ecológicos** (C7, 2012, 9º ano, p. 261, grifo nosso).

É importante destacarmos que, além dos termos científicos relacionados à Biologia utilizados por outros autores, neste caso, o autor define o termo “biodiversidade”, possibilitando uma apresentação breve da complexidade existente no ecossistema, na medida em que relaciona conceitos de “teia alimentar”, “extinção” e “desequilíbrios ecológicos”.

Devemos levar em consideração que há diversos mecanismos que as plantas apresentam em relação à temperatura, sendo assim, fenômenos como estes deveriam ser abordados a partir de algumas complexidades inerentes ao assunto, ou seja, ele não deveria ser trabalhado de forma estanque sem relacioná-lo a outros aspectos da realidade. A autora da coleção C4, ao fazer considerações sobre o risco de sobrevivência das espécies, é a única a se referir ao conceito biológico de “adaptação”, ao apresentar o seguinte excerto, retirado de um texto do professor de Física da USP, Paulo Artaxo:

Imagine que, por algum motivo, o clima do planeta se altere. Alguns animais e plantas podem não se adaptar ao novo clima e, com isso, suas chances de sobrevivência diminuem, fazendo que sua população diminua ou até desapareça (ARTAXO, 2010 *apud* C4, 2012, 6º ano, p. 33).

Consideramos esse conceito muito importante quando o risco das espécies, devido às mudanças climáticas, é questionado, pois existem as que se adaptam melhor a temperaturas mais quentes e outras às temperaturas mais frias, ou seja, cada espécie tem uma temperatura ideal, ou então, um intervalo de temperatura, no qual se torna mais reprodutiva e, portanto, mais capacitada à perpetuação. Porém

seria interessante considerar também algumas das incertezas inerentes ao assunto, pois os sistemas biológicos são complexos em suas inúmeras relações, não nos permitindo fazer previsões exatas a respeito.

Os autores da coleção C8 afirmam que o derretimento das geleiras devido ao aquecimento global:

[...] vem provocando a **destruição do habitat** de diversas espécies de seres vivos, como os ursos-polares (C8, 2012, 6º ano, p. 227, grifo nosso).

O exemplo anterior apresenta conceitos biológicos, na medida em que, aborda termos como: “habitat”, “espécies” e “seres vivos”. Porém o derretimento das geleiras e a ameaça aos seres vivos, principalmente aos ursos polares, é um fenômeno que, geralmente, está relacionado às ações humanas sobre o clima. Seria importante que os autores pudessem também retratar a imensa quantidade de seres vivos existentes nos ecossistemas aquáticos, desde micro-organismos até grandes animais e vegetais, apresentando o caráter dinâmico e complexo desses sistemas. Também seria relevante apresentar a diversidade de fenômenos que podem estar relacionados a esse tema e à interdisciplinaridade que as Ciências Naturais poderiam promover ao serem discutidas em sala de aula.

Temas relacionados às “Alterações na dinâmica climática da Terra” aparecem nos livros didáticos quando se referem às consequências das mudanças climáticas. Com isso, as unidades de registro elaboradas para a formação desse agrupamento são as seguintes: “Alterações no regime de chuvas”, “Mudanças nas correntes de ventos” e “Alterações na temperatura terrestre”. Esse agrupamento foi construído a partir de unidades de registro, que são frequentes em vinte do total de livros analisados, com uma frequência absoluta de trinta vezes ao longo da análise das obras. Os excertos a seguir, retirados de uma das coleções analisadas, resumem aspectos que utilizamos para a formação do presente agrupamento:

O aquecimento do planeta também poderá interferir no **regime de chuvas** e no **clima** de várias regiões, prejudicando a agricultura e provocando **desequilíbrios ecológicos**, com a extinção de muitas espécies (C7, 2012, 6º ano, p. 173, grifo nosso).

Verificamos que, na coleção C3, os autores relatam as “Alterações do regime de chuvas” e algumas de suas consequências para o clima, como podemos observar no excerto a seguir:

Há também o risco de **alterar o regime de chuvas** em diversas regiões, ocasionando, por exemplo, verões mais secos e mais prolongados em algumas delas, com a provável redução da produtividade agrícola, entre outras consequências (C3, 2012, 6º ano, p. 222, grifo nosso).

Na coleção C10, os autores afirmam que os cientistas fazem previsões sobre as consequências das:

[...] drásticas alterações climáticas em muitas regiões do planeta (**mudanças nas correntes de vento, na intensidade das chuvas e no período seco**), derretimento das geleiras da calota polar, elevação do nível médio do mar e desertificação permanente de várias regiões da Terra (C10, 2012, 6º ano, p. 161, grifo nosso).

A afirmativa extraída da coleção C7 faz referência às “Alterações na temperatura terrestre”:

[...] Uma das consequências desse processo [intensificação do efeito estufa] é a **elevação da temperatura** média do planeta [...] (C7, 2012, 9º ano, p. 261, grifo nosso).

Também foi possível perceber, a partir das consequências analisadas nos livros didáticos, considerações relativas ao aumento de desastres naturais extremos associados às mudanças climáticas. Nesse sentido, foi criado o agrupamento “Aumento da ocorrência de fenômenos naturais extremos”, o qual está presente em sete do total de coleções analisadas, são elas: C1, C4, C6, C9, C11, C15 e C16, apresentando a menor frequência entre os agrupamentos dessa categoria, aparecendo apenas oito vezes ao longo das análises.

As unidades de registro que o constituiu são: “Tempestades”, “Ciclones”, “Tornados”, “Furacões” e “Enchentes”. A seguir serão apresentados alguns excertos retirados dos livros didáticos que exemplificam esse agrupamento:

[...] a emissão de gases poluentes que contribuem para o aquecimento da atmosfera [...] Por consequência, contribui para a

maior ocorrência de **tempestades, ciclones e tornados** (C1, 2011, 6º ano, p. 172, grifo nosso).

O aumento da quantidade de gases responsáveis pelo efeito estufa provoca uma elevação da temperatura média da superfície terrestre, o que pode ter sérias consequências:

[...]

- Aumento dos desastres climáticos (**tempestades, furacões, enchentes**, etc.) (C16, 2012, 6º ano, p. 244, grifo nosso).

Dentre as citações apresentadas anteriormente, para explicar e discutir essa categoria, os aspectos climáticos, na maioria das vezes, foram abordados de forma determinista e catastrófica.

A seguir, apresentamos exemplos retirados de dois livros didáticos analisados que, ao tentar discutir a existência de controvérsias relativas às consequências das mudanças climáticas, afirma haver discussões do meio científico sobre ela:

Existe muita discussão no meio científico a respeito das consequências do aquecimento global. Muitos indicam as mudanças climáticas como um efeito desse processo (C6, 2012, 6º ano, p. 293, grifo nosso).

Não há certezas sobre as consequências do aumento da temperatura terrestre, mas é razoável esperar diversos efeitos sobre o clima (C17, 2012, 9º ano, p. 77, grifo nosso).

Importante observarmos que, embora esses autores admitam a existência de discussões acerca do tema, não são aprofundadas questões sobre aspectos políticos, econômicos, culturais, entre outros que, em nossa leitura, contribui para a discussão do modelo econômico atual e suas relações com a temática ambiental.

É importante ressaltarmos também que, em geral, os livros didáticos analisados apresentam as mudanças climáticas exclusivamente como um fenômeno prejudicial e que acontece em ritmo acelerado na atmosfera causando graves consequências para a sobrevivência de espécies na Terra. Porém o excerto a seguir, presente na coleção C16, indica que esse fenômeno é afirmado a partir de dados concretos trazidos pela revista *Nature* do ano de 2011, ou seja, uma revista muito conhecida no meio científico mundial, porém, os resultados dessa pesquisa vêm gerando controvérsias entre especialistas sobre o assunto no mundo.

[...] Pela primeira vez, dados concretos associam o aquecimento global à extinção de diversas espécies de anfíbios. Pesquisadores encontraram uma forte correlação entre o aumento da temperatura do ar e da superfície dos oceanos e a proliferação de um predador acusado de exterminar dois terços das espécies de sapo do gênero *Atelopus*, que ocorrem nas Américas Central e do Sul. Publicados da revista *Nature* de hoje [nov. 2011], **os resultados já estão gerando controvérsia entre especialistas do mundo inteiro**. (C16, 2012, 7º ano, p. 239, grifo nosso).

Como já discutido, é positivo perceber que muitos livros didáticos apresentam resultados de pesquisas científicas recentes em seus textos sobre as mudanças climáticas. Entendemos que o passo seguinte para o aprimoramento deste material seria o tratamento do tema a partir de algumas de suas complexidades, fato que poderia ser um caminho para entender as controvérsias inerentes ao assunto.

Na coleção C15, por sua vez, esse tema é apresentado afirmando que ele é passível de dúvidas, sendo que não há um consenso na comunidade científica sobre ele, embora liste algumas consequências das mudanças climáticas, como podemos conferir em:

Os cientistas de todo o mundo monitoram as consequências do agravamento do efeito estufa e fazem cálculos (embora haja divergências e controvérsias entre eles) que apontam para o aumento da temperatura média do planeta. Isso pode provocar a subida do nível dos mares, por causa do degelo de parte das **calotas polares**; a alteração dos regimes das chuvas e do clima em geral; e também a proliferação dos insetos, que se reproduzem melhor em clima quente (C15, 2012, 6º ano, p. 162, grifo nosso).

Reflexões semelhantes foram observadas na coleção C17. A autora, embora afirme que não há certezas sobre as consequências das mudanças climáticas, cita alguns efeitos que esse fenômeno pode ocasionar, como podemos observar no excerto a seguir:

Não há certezas sobre as consequências do aumento da temperatura terrestre, mas é razoável esperar diversos efeitos sobre o clima. Entre os possíveis efeitos, podemos citar:

- As temperaturas máximas e mínimas do verão e do inverno poderão ser alteradas;
- O regime de chuvas poderá alterar-se, provocando furacões e inundações;
- Algumas regiões poderão ficar desérticas, enquanto outras poderão ficar mais férteis.

Essas alterações climáticas poderão afetar a produção de alimentos e resultar em grandes transformações de ecossistemas [...] (C17, 2012, 9º ano, p. 77, grifo nosso).

Nesta perspectiva, a menção às controvérsias e incertezas é positiva. Porém como já enfatizado em outras oportunidades, o passo seguinte para o aprimoramento desta discussão pode estar na abordagem de algumas complexidades inerentes ao tema das mudanças climáticas.

Importante salientar que há, nos livros didáticos, discussões sobre as medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas, que serão apresentadas na sessão a seguir.

4.5 Medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas

Na presente sessão, buscamos explicar a última categoria formada: “Medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas”.

Quando os livros didáticos apresentam temas relativos às medidas de mitigação a fim de “combater” as mudanças climáticas, algumas das soluções apresentadas estão relacionadas a:

- **Ações de natureza tecnológica** - criação ou aperfeiçoamento de tecnologias que serão capazes de diminuir, reter ou reverter emissões de gases-estufa devidas às ações antrópicas;
- **Uso de fontes renováveis de energia** - a ideia é substituir a utilização de fontes de energia não renovável por fontes de energia renovável. No Brasil, por exemplo, há extensa utilização de combustíveis provenientes de cana-de-açúcar e de uma gigantesca matriz hidroelétrica. Há também vários investimentos do país na geração de energia elétrica através de sistemas eólicos;
- **Ações de natureza individual** - investe-se na mudança dos hábitos das pessoas como, por exemplo, a utilização de veículos pessoais;
- **Sequestro de Carbono** – a ideia é a de reduzir o carbono excedente na atmosfera, principalmente, através do plantio de árvores;
- **Ações de natureza política** - elaboração de decretos, iniciativas, protocolos políticos, entre outros, que podem auxiliar na diminuição, retenção ou reversão do quadro de Mudança Climática global.

Dessa forma, a presente categoria foi construída a partir dos cinco agrupamentos apresentados.

A seguir, no Quadro 6, são sistematizadas as informações encontradas nos livros didáticos, através dos agrupamentos formados a partir das unidades de registro. Além disso, são apresentados os números de livros e coleções em que esses agrupamentos aparecem; os respectivos livros e ano de escolaridade; frequência e exemplo de cada um.

Quadro 6 – Medidas de mitigação relacionadas às consequências das mudanças climáticas presentes nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014.

Agrupamento	Unidades de Registro	Nº de coleções em que aparece- Nº de livros em que aparece	Livros que aparece – Ano em que aparece	Frequência	Exemplos
Ações de natureza tecnológica	- Equipamentos eficientes; - Gerenciamento do clima; - Geoengenharia; - Monitoramento.	4-5	C3 – 9º C7 – 6º, 9º C9 – 6º C19 – 7º	7	Novas tecnologias estão sendo pesquisadas para remover e armazenar o gás carbônico eliminado pelas indústrias. Por exemplo, tecnologias para bombear e armazenar o gás no subsolo ou no fundo do mar. (C7, 2012, 9º ano, p. 262)
Uso de fontes renováveis de energia	- Energia eólica; - Energia solar; - Energia das marés; - Energia geotérmica; - Biocombustíveis	9-11	C1 – 9º C6 – 6º C7 – 6º, 9º C12 – 6º C14 – 6º, 9º C15 – 9º C16 – 9º C17 – 7º C18 – 9º	13	Energia limpa é a energia proveniente de recursos naturais e de processos que não poluem ou que poluem muito pouco o ambiente, de modo que o próprio ambiente possa se recuperar do efeito causado. De forma geral, pode-se dizer que a produção e o consumo de energia limpa liberam uma quantidade de gases e resíduos que não contribuem para o aquecimento global. (C16, 2012, 9º ano, p. 191)
Ações de natureza individual	- Reduzir, reutilizar, reciclar; - Consumo consciente; - Novos padrões de comportamento.	7-7	C1 – 6º C3 – 9º C5 – 9º C7 – 9º C9 – 9º C15 – 9º C17 – 9º	8	A responsabilidade é, portanto, de cada um de nós. [...] Como as sociedades resultam do comportamento dos indivíduos que as compõem, serão estabelecidos novos padrões de

					comportamento ético e social. Os representantes políticos e os governos serão, então, escolhidos de acordo com esses novos padrões. Assim, será possível imaginar uma resposta para o futuro do planeta: as condições de vida serão melhores, se quisermos. (C9, 2012, 9º ano, p. 312).
Sequestro de carbono	- Créditos de carbono	7-8	C1 – 7º C6 – 6º C7 – 6º C14 – 7º, 9º C16 – 9º C17 – 9º C19 – 7º	9	Uma das soluções para conter o aquecimento global é promover o sequestro de carbono da atmosfera. A alternativa mais econômica e acessível a toda população é o plantio de árvores. (C19, 2012, 7º ano, p. 103)
Ações de natureza política	- Acordos internacionais	14-17	C1 – 6º C2 – 6º C4 – 6º C6 – 6º C7 – 6º, 9º C8 – 6º, 9º C10 – 6º C11 – 6º, 9º C12 – 6º C13 – 8º C14 – 6º C15 – 6º C16 – 6º C17 – 7º	24	Como se trata de um problema global, as iniciativas para a solução têm sido tomadas pela ONU – Organização das Nações Unidas. A redução das emissões de gases de efeito estufa estão estabelecidas pelo Protocolo de Kyoto e por outros acordos internacionais. (C11, 2012, 6º ano, p. 174)

Fonte: Elaborada pela autora.

As informações relativas às medidas de mitigação, articuladas com as consequências das mudanças climáticas, nos possibilitaram a elaboração de cinco agrupamentos, são eles: “Ações de natureza tecnológica”, “Uso de fontes renováveis de energia”, “Ações de natureza individual”, “Sequestro de carbono” e “Ações de natureza política”. A seguir, apresentaremos a forma como cada um desses agrupamentos aparece nos livros analisados.

O agrupamento “Ações de natureza tecnológica” aparece em cinco, do total de livros analisados, e é abordado sete vezes ao longo das análises. Ele apresenta algumas medidas de mitigação que poderiam ser tomadas para a diminuição do incremento de gases-estufa na atmosfera, relacionados aos usos da tecnologia. As seguintes unidades de registro deram origem a esse agrupamento: “Equipamentos eficientes”, “Gerenciamento do clima”, “Geoengenharia” e “Monitoramento”.

Nas coleções C3, C7, C9 e C19, as soluções tecnológicas apresentadas estão relacionadas com a diminuição da emissão de gases advindos da queima dos combustíveis fósseis para a atmosfera, por meio de “Equipamentos eficientes”, como exemplificados no que segue:

[...] são apenas tendências [aumento da temperatura global] que podem ser modificadas – dependendo do que fizermos agora. Para isso, são necessários investimentos que levem à diminuição da emissão de gás carbônico, reduzindo o consumo de combustíveis fósseis por meio de **equipamentos mais eficientes**, que queime menos combustível (C7, 2012, 9º ano, p. 262, grifo nosso).

Na coleção didática C19, os autores trazem para a discussão trechos de artigos que apresentam algumas das novas tecnologias relacionadas às medidas de mitigação das mudanças climáticas, tais como “Gerenciamento do clima” e “Geoengenharia”, como podemos observar no excerto a seguir:

Duas novas expressões – **gerenciamento do clima** e **geoengenharia** – estão aparecendo com mais frequência nos debates internacionais sobre a ciência e a política das mudanças climáticas. [...] Já pode ser viável usar aviões, balões ou canhões para espalhar partículas de aerossóis na estratosfera ou aumentar a nebulosidade do planeta semeando nuvens. Essas intervenções poderiam refletir parte da radiação solar de volta para o espaço e resfriar o planeta como forma de reduzir os efeitos das crescentes concentrações de gases do efeito estufa como o dióxido de carbono (CO₂) (FIORAVANTI, 2011 *apud* C19, 2012, 7º ano, p. 253, grifo nosso).

Ainda em relação à coleção C19, os autores ao trazerem para a discussão novas tecnologias a fim de mitigar as mudanças que vem ocorrendo no clima global, o fazem a partir de uma perspectiva na qual a tecnologia pode resolver os problemas ambientais, como podemos observar no conteúdo a seguir:

[...] **O que há de novo é que não é mais utópico pensar em intervir no clima regional ou mundial para evitar a contínua elevação da temperatura média global**, as secas ou inundações intensas que se tornam mais frequentes à medida que as alterações climáticas se intensificam. **A geoengenharia ou engenharia climática, como é chamada a intervenção deliberada e de ampla escala no clima, oferece outras possibilidades.** As mais simples incluem o aumento da refletividade das superfícies das construções e o reflorestamento em larga escala, já que as plantas absorvem muito CO₂ enquanto

crescem (FIORAVANTI, 2011 *apud* C19, 2012, 7º ano, p. 253, grifo nosso).

Os autores de outra coleção analisada, a C9, citaram um trecho da Agência Fapesp (2008), no qual aponta para a grande necessidade em melhorar as tecnologias de medições, ou seja, o “Monitoramento” do clima e de gases, como podemos observar em:

Entre as necessidades mais imediatas, apontam os pesquisadores, estão o desenvolvimento de melhores sistemas de observação climática e de previsão de secas e a continuidade do **monitoramento** nos níveis de metano na atmosfera (AGÊNCIA FAPESP, 2008 *apud* C9, 2012, 6º ano, p. 102, grifo nosso).

Pesquisas estão sendo realizadas e não podemos afirmar certamente se essas tecnologias propostas auxiliarão a combater o risco proposto pelas alterações ambientais, sem causar outros danos. Para tanto, seria importante que os autores abordassem esse tema apontando os questionamentos existentes acerca desse tipo de técnica, seus limites e potenciais.

Quando os livros analisados discutem assuntos relativos às medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas, é importante que as controvérsias de natureza sociocientífica, ou seja, relacionadas com os impactos sociais produzidos pelas interações entre ciência, tecnologia e sociedade, sejam abordadas, porém, não é o que encontramos nesses materiais.

O segundo agrupamento “Uso de fontes renováveis de energia” aparece em onze, do total de livros analisados, e ocorre treze vezes ao longo das análises. As unidades de registro que constituem esse agrupamento são as seguintes: “Energia eólica”, “Energia solar”, “Energia das marés”, “Energia geotérmica” e “Biocombustíveis”.

Nas coleções em que esse agrupamento aparece – C1, C6, C7, C14, C15, C16 e C17 – são relatadas algumas fontes renováveis de energia, tais como a eólica, a solar, a das marés e a geotérmica, a fim de diminuir o incremento de gases-estufa na atmosfera. A seguir, apresentamos um apontamento retirado da coleção C15 como exemplo:

As fontes renováveis mais prováveis de serem utilizadas em larga escala são a **energia eólica (dos ventos), a energia solar, a das marés e as geotérmicas**. (C15, 2012, 9º ano, p. 132, grifo nosso).

Autores das coleções C14, C15 e C17 apresentam os “Biocombustíveis” no sentido de ser considerado menos poluidor, fato que auxilia na diminuição de emissões de gases-estufa na atmosfera, como agora:

Entre as alternativas para reduzir as emissões desse gás [CO₂] está a utilização de combustíveis derivados da biomassa, também chamados de **biocombustíveis** (C14, 2012, 9º ano, p. 53, grifo nosso).

Há uma parcela dos livros analisados que, ao apontarem a utilização de fontes renováveis de energia, não apresentam discussões sobre as controvérsias relativas a esses fenômenos e defendem a ideia de que os usos dessas “tecnologias limpas” serão responsáveis por uma grande reversão no atual quadro de degradação ambiental na qual o mundo se encontra. Dessa forma, acabam por propor uma visão de ciência desprovida de críticas e da complexidade que envolve o fenômeno, na medida em que os fenômenos climáticos são irreversíveis, diante dessa perspectiva.

Porém algumas coleções, nas quais esse agrupamento está presente – C14, C15 e C17 – os autores fazem uma tentativa de apresentar uma reflexão crítica em relação aos problemas ambientais, por exemplo:

Os biocombustíveis, embora ajudem a reduzir a emissão de poluentes e promovam o reaproveitamento do lixo orgânico, também apresentam desvantagens, como:

- A devastação de áreas florestais (grandes consumidoras de gás carbônico) para plantio das culturas envolvidas na produção;
- O uso de fertilizantes nitrogenados (que liberam gases de efeito estufa e contaminam as águas subterrâneas);
- O maior consumo de água (para irrigação);
- O alto consumo de energia necessário para a produção;
- A redução da biodiversidade nos locais de plantio. (C14, 2012, 6º ano, p. 195).

Ou ainda,

O biocombustível tem sido centro de muitas polêmicas internacionais, técnicas e políticas, incluindo: emissões de carbono [...] e retorno do carbono que estava armazenado sob a superfície da terra. [...] (FARRET; RIGHI; GUEDES, 2008 *apud* C17, 2012, 7º ano, p. 152).

O primeiro excerto lista os aspectos negativos do uso de biocombustíveis para o meio natural, enquanto o segundo aborda as polêmicas relacionadas ao assunto, colocando em evidência as incertezas da ciência em relação a esse tipo de discussão, aspecto positivo encontrado nos livros didáticos analisados.

O terceiro agrupamento, “Ações de natureza individual”, está presente nas coleções C1, C3, C5, C7, C9, C15 e C17, ou seja, são identificadas em sete livros e oito vezes ao longo das análises e propõe que as atitudes de cada ser humano são responsáveis pela diminuição da emissão de gases-estufa. A redução do consumo, a reciclagem, a diminuição da quantidade de automóveis rodando nas ruas ou utilização de meios de transporte que poluam menos, a substituição de sacolas plásticas por retornáveis, entre outras atitudes, são apresentadas pelos autores, como medida de mitigação das mudanças climáticas.

Assim, o presente agrupamento é formado pelas seguintes unidades de registro: “Reduzir, reutilizar, reciclar”, “Consumo consciente” e “Novos padrões de comportamento”.

As citações a seguir, retiradas das coleções C7, C9 e C15, exemplificam as duas primeiras unidades de registro, apresentando aspectos pontuais sobre as decisões que devem ser tomadas para a mitigação das consequências das mudanças no clima.

Além de medidas tomadas por governos e empresas, cada um de nós pode colaborar para a solução do problema: diminuindo o consumo de energia, evitando seu desperdício e usando lâmpadas e aparelhos eletrônicos com consumo menor ou mais eficientes; utilizando, sempre que possível transporte coletivo; mantendo os motores dos automóveis bem regulados; reduzindo o volume de lixo, reciclando e reaproveitando materiais; etc. (C7, 2012, 9º ano, p. 262).

Na atualidade, é fundamental considerar as motivações sociais envolvidas nas questões de ciência e tecnologia. É preciso questionar o rumo que a humanidade está tomando no atual milênio. Cada vez mais a vida de grande parte da humanidade depende dos recursos tecnológicos que, por sua vez, tornam-se cada vez mais populares. Por isso, as decisões acerca de questões científicas e tecnológicas não devem se restringir a cientistas, governantes ou

grandes empresas. Aos cidadãos do século XXI, cabe opinar, influenciar e tomar grandes decisões nesse sentido. Você é um deles.

[...] percebe-se o quanto as emissões de CO₂ é prejudicial ao meio ambiente! É frequente o debate voltado à escolha do etanol como combustível em vez da gasolina pelas pessoas, já que o etanol é muito menos prejudicial ao meio ambiente. Sugere-se ainda a opção da bicicleta como meio de transporte. Nesse sentido, vêm surgindo políticas públicas que incentivam essas mudanças de atitude (C15, 2012, 9º ano, p. 368).

O tipo de resposta vai depender da mudança de comportamento de cada um de nós, ou melhor, de todos nós. Todos temos uma parcela de responsabilidade na preservação do ambiente; por isso, não podemos continuar nos omitindo e culpando os vizinhos, os industriais, os governos e os outros pelo que acontece.

Os nossos vizinhos, que “agem de forma inconsequente”, são idênticos aos nossos amigos, parentes e a nós mesmos. Os industriais, que “só visam os lucros”, produzem bens de consumo dos quais não queremos abrir mão. Os governantes “pouco eficientes” eleitos por nós, como nossos representantes, e são regidos pelos mesmos padrões éticos e sociais. (C9, 2012, 9º ano, p. 312).

Para exemplificar a terceira unidade de registro, apresentamos a coleção C9, que defende que, embora as atitudes individuais sejam importantes, elas devem ser pautadas por uma visão crítica, no que diz respeito à forma de nos vemos como parte da natureza, embora apresentem uma visão ingênua da prática social. Essa visão pode ser observada a seguir:

A responsabilidade é, portanto, de cada um de nós. [...]. Como as sociedades resultam do comportamento dos indivíduos que as compõem, serão estabelecidos **novos padrões de comportamento** ético e social. Os representantes políticos e os governos serão, então, escolhidos de acordo com esses novos padrões.

Assim, será possível imaginar uma resposta para o futuro do planeta: as condições de vida serão melhores, se quisermos (C9, 2012, 9º ano, p. 312, grifo nosso).

É importante deixarmos claro também que, da forma como são apresentadas nos livros didáticos analisados, as “Ações de natureza individual” requerem mudanças nos hábitos dos cidadãos, na medida em que, na natureza, tudo está interligado, ou seja, mesmo a ação antrópica sendo pontual, ela interfere no sistema climático como um todo, do contexto local para o global.

Nesse sentido, embora alguns excertos apresentados retratem as atitudes individuais, como ações das quais podemos realizar para uma tentativa na diminuição das emissões de gases-estufa, há autores que se preocupam em retratá-las a partir de uma perspectiva crítica, alertando que a sociedade como um todo é responsável pelas mudanças no clima e que devemos participar de decisões sobre elas, discutindo questões políticas, econômicas e sociais.

Dessa forma, abordar essas questões de forma crítica, na qual, os cidadãos possam refletir sobre suas atitudes em relação à natureza, é a melhor forma de se criar uma consciência em relação aos problemas ambientais.

Outro agrupamento formado diz respeito ao “Sequestro de carbono” da atmosfera. Esse agrupamento aparece em oito, do total de livros analisados, com uma frequência de nove vezes ao longo das análises e tem, como principal característica, a remoção de gás carbônico por meio de organismos fotossintetizantes, os quais capturam o carbono e eliminam o oxigênio para a atmosfera. Um exemplo disso é o plantio de árvores ou a diminuição do desmatamento atual. Os chamados “Créditos de carbono” são a unidade de registro utilizada para a formação do presente agrupamento, pois é o principal tema discutido quando assuntos relativos ao sequestro de carbono são apresentados nesses materiais, como podemos observar nos dois excertos a seguir:

Depois de várias reuniões internacionais, a maioria dos países desenvolvidos assinou um acordo com o objetivo de diminuir progressivamente a emissão de gás carbônico. [...]

O acordo permite também que, em vez de reduzir as emissões no próprio território, os países desenvolvidos comprem as reduções feitas por países menos desenvolvidos, uma vez que o importante é reduzir a emissão de gás carbônico no planeta como um todo (C7, 2012, 6º ano, p. 173).

É a absorção de grandes quantidades de gás carbônico (CO₂) presentes na atmosfera. A forma mais comum de sequestro de carbono é naturalmente realizada pelas florestas. Na fase de crescimento, as árvores demandam uma quantidade muito grande de carbono para se desenvolver e acabam tirando esse elemento do ar. Esse processo natural ajuda a diminuir consideravelmente a quantidade de CO₂ na atmosfera: cada hectare de floresta e desenvolvimento é capaz de absorver nada menos do que 150 a 200 toneladas de carbono.

É por essas e outras que o plantio de árvores é uma das prioridades para a diminuição de poluentes na atmosfera terrestre. [...]

Porém não é a única: já existem estudos avançados para realizar o que os cientistas chamam de sequestro geológico de carbono. É uma forma de devolver o carbono para o subsolo. Os gases de exaustão produzidos pelas indústrias são separados através de um sistema de filtros que coletam CO₂ (C16, 2012, 9º ano, p. 150).

Empresas têm interesse no sequestro de carbono com o intuito de compensar suas emissões, já que necessitam se adequar às leis que visam à diminuição. É nesse contexto que surgem os “créditos de carbono”, que correspondem a uma redução certificada das emissões de gases-estufa. Negociado no mercado internacional, uma tonelada de emissões de gás carbônico equivale a um crédito de carbono, sendo que outros gases-estufa necessitam ser convertidos em carbono equivalente.

Os autores da coleção C19 apresentam o conceito de “créditos de carbono” conforme explicado no excerto que segue:

Créditos de carbono são certificados de redução de emissão de gás carbônico. Por convenção, cada tonelada de gás carbônico corresponde a um crédito de carbono. Esse crédito pode ser vendido no mercado internacional (C19, 2012, 7º ano, p. 249, grifo nosso).

Em relação ao sequestro de carbono, como medida de mitigação das mudanças climáticas, os autores dos livros didáticos analisados se referem ao fenômeno sem questionamentos sobre o tema. Acreditam ser essa uma solução para os problemas do clima, devido à retirada de gás carbônico da atmosfera. Porém não levam em consideração aspectos como o da irreversibilidade dos fenômenos climáticos, e também, da dificuldade de quantificarmos esse tipo de emissão, dada a complexidade entre as relações estabelecidas na natureza.

A coleção C1 é a única que apresenta críticas relativas aos créditos de carbono comprados por empresas, já que elas continuam poluindo, aspecto positivo encontrado nessa coleção, como podemos observar no apontamento:

Os **créditos de carbono** são uma forma de compensar a emissão de gases produtores de efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO₂).

[...] Esses créditos podem ser conseguidos com a substituição de combustíveis fósseis por fontes de energia limpa e renovável e com reflorestamentos, por exemplo.

[...] **Há algumas críticas aos créditos de carbono.** Isso porque alguns pesquisadores afirmam que o seu uso autorizaria os grandes

países a continuar poluindo, já que poderiam comprar os créditos para compensar sua atividade poluidora.
Qual a sua opinião a respeito dos créditos de carbono? (C1, 2011, 7º ano, p. 116, grifo nosso).

Diante dessa discussão, nos perguntamos: É possível quantificar os gases-estufa que são emitidos para a atmosfera? Qual a eficiência do sequestro de carbono dada às emissões atuais? A medida relativa aos créditos de carbono é eficiente, dado o contexto político atual? Do ponto de vista da complexidade dos fenômenos climáticos não é possível fazer esse tipo de quantificação, na medida em que, há diversos fatores que se relacionam, por isso, não podemos tomar apenas um como principal e tentarmos medir sua eficiência, por exemplo.

O último agrupamento formado, diz respeito às “Ações de natureza política”. Ele está presente em dezessete, do total de livros analisados, e aparece vinte e quatro vezes ao longo das análises, um número significativo quando comparado aos demais. A unidade de registro a qual formou esse agrupamento foi denominada de “Acordos internacionais”.

Autores das coleções C4, C7, C8, C11 e C14 apresentam os acordos internacionais para discutir as medidas de mitigação, adotadas por diversos países, como uma das principais medidas para a redução de gases-estufa. É importante, que discussões como estas sejam apresentadas nos livros didáticos, além de ações de natureza individual, na medida em que reúne líderes de diversos países na formulação de políticas públicas, como exemplificado a seguir:

[...] **Algumas conferências internacionais** têm sido realizadas para discutir medidas que contenham o aumento da temperatura global. Porém devido ao grande número de interesses envolvidos, tem sido difícil chegar a acordos que satisfaçam a todas as partes (C4, 2012, 6º ano, p. 202, grifo nosso).

A maioria dos autores das coleções – C4, C8, C11, C12, C15 e C16 – quando se refere aos acordos internacionais formados por ações de natureza política, apresenta o Protocolo de Kyoto como o principal. Essa ideia é explicitada no excerto a seguir:

Diversos cientistas têm realizado estudos sobre o aumento da emissão dos gases poluentes e os problemas climáticos ligados a eles. Líderes de diferentes países se reuniram em 1997, na cidade

de Kyoto, no Japão, para estabelecer o **Protocolo de Kyoto**. Segundo esse documento, diversos países, inclusive o Brasil, se comprometeram a diminuir a emissão de gases do efeito estufa, para reduzir sua intensificação. (C8, 2012, 6º ano, p. 135, grifo nosso).

Nas coleções C8 e C15 é feita uma crítica de caráter político e econômico, ao relatar que alguns países não aderem aos acordos internacionais, pois teriam que reduzir suas emissões de gases-estufa, não possibilitando crescer industrialmente como se pretende. Os dois excertos a seguir exemplificam essa ideia:

A assinatura de um documento como o Protocolo de Kyoto envolve várias questões econômicas internacionais, fator que limita e dificulta a adesão de diversos países, especialmente os mais industrializados (C8, 2012, 6º ano, p. 228).

Ou ainda:

Os cientistas têm insistido no alerta quanto à necessidade de reduzir a liberação dos gases que contribuem para o agravamento do efeito estufa. Isso exige, porém, medidas por parte dos países industrializados, como a redução da queima de combustíveis (por exemplo, o petróleo). Essas medidas esbarram nos grandes interesses econômicos, pois envolvem investimento em outras formas de energia, gasto com adaptações em instalações industriais e veículos, mudanças no estilo de vida da população, dentre outras ações. Por essas razões, há forte resistência às mudanças. É fundamental que cidadãos de todo o mundo procurem se organizar para pressionar os governantes a assumirem posições favoráveis à vida no planeta (C15, 2012, 6º ano, p. 162).

A criação das medidas de mitigação depende de políticas ambientais mundiais, ou seja, envolve discussões entre nações para defini-las e, em alguns casos, utilizá-las como gigantescas metas a serem atingidas. Porém para que isso aconteça, estão envolvidas mudanças econômicas, as quais poderiam gerar imensos impactos negativos aos países. Para tanto, esse é um jogo de interesses complexo e conflituoso, o que possibilita a identificação de controvérsias políticas e econômicas associadas diretamente às tomadas de decisões.

Além disso, há referências sobre as políticas públicas que buscam solucionar os problemas ambientais, as quais possuem a finalidade de fiscalizar, criar campanhas para a educação e conscientização dos cidadãos, como indicado na coleção C2:

Os graves problemas ambientais que estão atingindo o planeta terra, como [...] o aquecimento global [...], têm aumentado, a cada dia, a preocupação com o presente e o futuro da humanidade.

Felizmente, muitas ações coletivas para conservar o meio ambiente têm sido realizadas pelo governo, pelas Organizações Não Governamentais (ONGs), por instituições públicas e privadas e também por iniciativas locais em diversas comunidades.

Dentre elas, podemos citar as políticas públicas que tratam dos problemas ambientais. Elas levam ao desenvolvimento de leis que regulamentam a criação de áreas de proteção, fiscalização das questões ambientais e a criação de campanhas para a educação e a conscientização dos cidadãos.

Essas leis também incentivam a participação da sociedade em campanhas educativas que divulgam informações ambientais e promovem o cuidado com o meio ambiente. (C2, 6º ano, p. 39).

Na continuação do excerto, os autores abordam a importância da educação ambiental como forma de conscientizar a população em relação aos problemas ambientais, como podemos observar a seguir:

Por isso, a educação ambiental é uma das melhores formas de conscientizar a população sobre os problemas que as ações humanas no meio ambiente podem trazer para a sociedade. (C2, 6º ano, p. 39).

Devido à necessidade de redução de gases-estufa, os governos procuram formular tratados e leis para assegurar que essas ações sejam feitas. Porém há um aspecto preocupante quando essas aprovações são feitas às pressas por parte de governos e da população em geral. Com isso, muitos processos são apresentados como freadores ou inibidores da intensificação do efeito estufa sem uma reflexão mais profunda, como é o caso da “revolução dos biocombustíveis” e da energia nuclear nos dias atuais (MENDONÇA, 2007).

Diante dessa discussão há, nos livros analisados, questões relacionadas às medidas de mitigação, baseadas em previsões sobre o futuro das mudanças no clima, não levando em consideração os aspectos imprevisíveis e incalculáveis do fenômeno. Assim, há uma preocupação dos diversos segmentos sociais para identificar se essas medidas são capazes de conter os efeitos indesejados por essas mudanças e quais os ganhos e perdas econômicas estão veiculados a essas discussões de caráter político.

Baseadas nessa discussão, não são necessárias apenas atitudes que visam remediar as mudanças, mas também, mudanças nos valores da sociedade como um todo, as quais devem se precaver em relação a esse tipo de fenômeno, na medida em que não sabemos os reais riscos a serem enfrentados no futuro.

No presente capítulo, pudemos discutir os principais assuntos trabalhados nos livros didáticos ao abordarem a temática das mudanças climáticas. Em alguns momentos, também destacamos a importância de uma discussão que apresenta aspectos de natureza complexa e controversa relacionados ao tema, mesmo que sejam realizadas de forma ainda inicial.

A carência de discussões que apontem para a complexidade dos fenômenos climáticos nos encaminha para uma discussão do tema, mais pela perspectiva do produto (conceito), que do processo da construção do conhecimento.

Além disso, em concordância com Watanabe-Caramello (2012), entendemos quão é importante considerar na abordagem do tema Mudanças Climáticas os aspectos que apontem para a superação de uma visão linear e simplificadora dos fenômenos climáticos.

Em uma discussão mais detalhada e aprofundada sobre a complexidade dos temas ambientais, a mesma autora argumenta que é necessário avançar em relação às abordagens exclusivamente voltadas para uma visão determinista da Ciência. A autora entende que perspectivas que reduzem a complexidade dos temas ambientais a uma discussão voltada exclusivamente para leis simples e universais não são capazes de nos fazer avançar com relação ao entendimento dos riscos inerentes à forma como nos relacionamos com a natureza.

Nesta perspectiva, a crítica à perspectiva das determinações é relativa à simplificação dos aspectos do mundo natural e não é viável no tratamento de questões dinâmicas como, por exemplo, as que se estabelecem nas relações socioambientais (WATANABE-CARAMELLO, 2012).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Proporcionando uma atenção especial à contribuição de temas de natureza complexa e controversa, para a discussão de fenômenos ambientais, tais como as mudanças climáticas, percebemos a importância que essa abordagem possibilita para o questionamento do “consenso aparente” apresentado em muitos discursos, além da necessidade de ultrapassar visões deterministas relativas à Ciência. Percebemos ainda, que essas abordagens têm muito a contribuir para o enfrentamento da “crise ambiental”, na medida em que auxilia na construção de um novo entendimento sobre a natureza, sobre a relação sociedade-natureza, sobre as relações sociais, políticas, econômicas e, também, pode possibilitar mudanças nas abordagens da ciência, não mais de uma forma determinista, neutra e desprovida de questionamentos, mas complexa, possuindo aspectos controversos.

Nesse contexto, o tema “mudanças climáticas” foi escolhido para a investigação por ser possível sua discussão embasada em aspectos complexos e controversos, além de ser veiculado por materiais didáticos muito presentes nas escolas, tais como os livros didáticos. Além disso, é importante destacar a forma como esses materiais abordam o tema e se são trabalhados à luz da complexidade.

Relacionados a esse tema, há diversos discursos presentes na comunidade científica, os quais dão origem a posicionamentos distintos sobre o assunto. Há diferentes formas de se enxergar as causas e as possíveis consequências relacionadas a esse fenômeno. Assim, muitos modelos elaborados pelos cientistas, para tentar compreender aspectos do tema, são questionados e criticados, pois modelos que se arriscam em previsões são passíveis de erros. Portanto, não podemos olhar o tema por apenas um de seus aspectos, mas sim, em todas as suas diferentes visões, concepções e discussões decorrentes da complexidade dos fenômenos climáticos.

Acreditamos na importância da discussão em sala de aula sobre a complexidade das mudanças climáticas, principalmente através de materiais didáticos. Por exemplo, em relação às medidas de mitigação, há grupos políticos que as influenciam, levando em consideração principalmente os aspectos econômicos, nesse sentido é importante uma discussão baseada na criticidade, de forma a atribuir uma nova leitura na forma como nos relacionamos enquanto sociedade e quais as responsabilidades que nos são atribuídas. Assim, é importante

que aprofundamentos éticos – não podendo ser separado da política – sejam realizados, levando em conta a perspectiva das complexidades.

Como já apontado, a coleção completa do “Projeto Velear” (CARO et al., 2012) não foi localizada. Segundo um documento elaborado pelo FNDE com dados referentes às coleções mais distribuídas por componente curricular do PNLD 2014 (disponível em: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-dados-estatisticos>), esta coleção apresentou a menor distribuição na componente curricular Ciências, o que, de certa forma, justifica a dificuldade de a encontrarmos. Todas as outras coleções foram encontradas e analisadas e os resultados e discussões referentes a elas foram apresentados ao longo do texto.

Os assuntos relacionados ao tema das mudanças climáticas são perceptivelmente mais encontrados nos livros didáticos dos 6º anos, os quais se propõem a trabalhar com a temática “Terra e Universo”. Em contrapartida, nos livros de 7º ano, ao proporem o trabalho com a temática “Vida e Ambiente”, o tema “mudanças climáticas” aparece pouco e pontualmente. Porém são os livros didáticos de 8º ano os que menos abordam a temática, uma vez que, de forma geral, trabalham assuntos referentes ao “Ser Humano e Saúde”. Após os livros didáticos de 6º ano, os que mais apresentam a temática das mudanças climáticas são os de 9º ano, que apresentam assuntos relacionados à “Tecnologia e Sociedade”.

A fim de analisarmos os significados atribuídos ao tema “mudanças climáticas”, presentes nos livros didáticos, cinco categorias foram elaboradas: “Considerações sobre o fenômeno do efeito estufa”; “Considerações sobre o fenômeno do aquecimento global”, “Causas das mudanças climáticas”, “Consequências das mudanças climáticas” e “Medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas”.

Somando as frequências com que determinados agrupamentos, através das unidades de registro, são identificados nas respectivas categorias formadas, temos alguns apontamentos interessantes: a categoria “Causas das mudanças climáticas” foi a que apresentou mais vezes o tema de estudo com a frequência de 118 vezes; logo em seguida aparece a categoria “Consequência das mudanças climáticas” com 113 vezes; a categoria “Considerações sobre o fenômeno do efeito estufa” com 87 vezes; a “Medida de mitigações relacionadas às mudanças climáticas” com 61 e, por último, a categoria “Considerações sobre o fenômeno do aquecimento global”, com uma frequência de 27 vezes. Essas análises convergem com dados da Tabela 2, a

qual apresenta que a categoria “Considerações sobre o fenômeno do aquecimento global” não aparece em algumas coleções analisadas.

Além disso, é importante ressaltarmos a visão catastrófica em relação às mudanças climáticas apresentadas nos livros analisados. Provavelmente esse tipo de discussão esteja presente nesses materiais didáticos, da mesma forma em que está muito presente no discurso midiático. Assim, discussões socioambientais, muitas vezes, são realizadas por meio de informações, as quais não têm – em sua maioria – aprofundamentos científicos. Destacamos então a importância de se discutir temas como este através do “Princípio da Precaução”, o qual pode contribuir positivamente para um outro olhar sobre as questões socioambientais.

Percebemos, no decorrer das análises, a escassez de abordagens da complexidade do tema “mudanças climáticas”, na medida em que, na grande parte dos livros analisados, ele é apresentado como consenso, diferentemente da perspectiva a qual acreditamos ser a mais adequada.

Quando as complexidades e as controvérsias referentes aos fenômenos climáticos são apresentadas, são encontradas, principalmente, nas categorias “Causas das mudanças climáticas” e “Consequências das mudanças climáticas”. Ao tratar das medidas de mitigação, a complexidade inerente ao fenômeno é enfocada principalmente através do viés político e econômico.

Quanto às causas das mudanças climáticas, são apresentadas controvérsias sobre determinados assuntos, tais como, a discussão que envolve os cientistas sobre os gases responsáveis pelos fenômenos climáticos; as incertezas presentes nos instrumentos de medidas (utilizados para se calcular as emissões de gases-estufa) e as diferentes posições dos cientistas sobre o fenômeno das mudanças climáticas, demonstrando assim a qualidade que os livros didáticos recentes vêm alcançando.

Em relação às consequências das mudanças climáticas, além de destacarmos a utilização de conceitos científicos para a explicação dos fenômenos, algumas controvérsias se sobressaem no discurso dos autores dos livros didáticos analisados, tais como as que abordam as incertezas relativas ao monitoramento das mudanças climáticas. Nesta perspectiva, a menção às controvérsias e incertezas é positiva nestes materiais. Porém como já enfatizado em outras oportunidades, o passo seguinte para o aprimoramento desta discussão pode estar na abordagem de algumas complexidades inerentes ao tema.

Percebemos um grande avanço no tratamento conceitual dos assuntos, relacionados às mudanças climáticas, presentes nos livros analisados relacionados com a literatura científica. Por exemplo, questões científicas atuais, algumas presentes em renomadas revistas científicas, são comumente apresentadas nos livros didáticos. A explicação sobre a “curva de Kelling”, na coleção C3, por exemplo, a qual foi adaptada de Costa (2005), Artaxo (2006) e Corrêa (2007), embora não apresente a explicação que consideramos mais adequada sobre o tema, é discutida baseada em artigos científicos. A autora da coleção C4, ao fazer considerações sobre o “risco de sobrevivência das espécies”, também utiliza um artigo científico, o de Artaxo (2010) para sua explicação. Outro exemplo é o da coleção C17, que apresenta a discussão sobre os “Prejuízos às espécies de vegetais” relacionadas às mudanças climáticas, por meio de um artigo publicado na Revista *Science* por Zhao e Running (2010). Podemos dizer que este avanço também se dá devido às exigências relativas à avaliação dos livros didáticos pelo FNDE.

Assim, há certa necessidade de se ampliar a visão da Ciência veiculada nos livros didáticos distribuídos nas escolas. Isso não significa descartar as contribuições da linguagem tradicionalmente contemplada, mas articulá-la com a complexidade no tratamento das questões socioambientais.

Porém é importante destacarmos que há discursos nos quais a Ciência por si só não dá conta, devendo haver, portanto, discussões mais aprofundadas sobre as questões socioambientais como, por exemplo, a forma como nos organizamos em sociedade; discussões sobre a civilização e questões econômicas, políticas e sociais; e principalmente questionamentos sobre a economia de mercado vigente no mundo e suas consequências devido ao consumo desenfreado. Para tanto, devemos refletir sobre a utilização de bens naturais e a consequência de sua utilização, na medida em que, muitas vezes, não consideramos os riscos presentes dessas atitudes para a tomada de decisões.

A crise ambiental não é exclusivamente ecológica, mas a crise da razão, na medida em que os problemas ambientais são problemas do conhecimento (LEFF, 2001). Destarte, devemos repensar a relação das questões ambientais com diferentes saberes, até então excluídos do debate mais amplo empreendido pela sociedade, pois o caminho a que vislumbramos para a compreensão desta problemática “foi o de verificar os indícios de uma crise mais ampla e profunda

vinculada à nossa forma de estruturar a realidade, ou seja, a crise da visão de mundo moderna” (SILVA, 2007, p. 17).

De acordo com Guimarães (2004), a educação ambiental nas escolas ainda possui um caráter conservador, na medida em que acaba por reproduzir um modelo de sociedade moderna, baseado em seus paradigmas, racionalidades, lógica e relações como o mundo. Porém a escola, além possuir caráter informativo, deve prioritariamente ser um espaço de transformação, pois é nosso papel, enquanto sociedade, estarmos atentos para que visões pragmáticas, fragmentadas, simplistas e reduzidas da realidade sejam superadas, na medida em que gera uma compreensão (mesmo que inconsciente) limitada da problemática ambiental.

Os livros didáticos analisados, de maneira geral, apresentam questões socioambientais inseridas em suas discussões. Uma forma de observarmos isso foi a identificação de assuntos relativos às mudanças climáticas presentes. Assim, o fato de esse tipo de assunto estar presente efetivamente nos livros didáticos, é um aspecto positivo, porém, não devemos abrir mão da necessidade da abordagem desses assuntos levando em conta as complexidades inerentes aos fenômenos, pois não podemos olhar o mundo de forma simplificada, mas sim, levar todas as suas inter-relações em consideração.

Dessa forma, ao justificarmos a importância dos livros didáticos como materiais passíveis para a construção dos conhecimentos, a escola tem o papel de promover uma educação que vai além da reprodução dos conteúdos presentes nesses materiais. A sala de aula, por exemplo, deve ser um espaço de reflexão para os alunos, pois possui, além de outras finalidades, a de desenvolver o pensamento crítico para a melhoria do estilo de vida do cidadão, de sua comunidade e ações globais.

Este panorama sobre os significados apresentados a respeito das mudanças climáticas nos permite apresentar alguns questionamentos: Quais as compreensões dos professores de Ciências sobre o tema “mudanças climáticas”? De que forma os professores abordam temas complexos em suas práticas pedagógicas? Quais construções ideológicas os alunos apresentam ao estudarem temas de natureza complexa?

Muito ainda devemos estudar e nos aprofundar no estudo da complexidade dos fenômenos climáticos, na medida em que, tudo na natureza está interligado, colocamos em xeque nossas discussões a ponto de não apresentarmos uma

explicação assertiva, pronta e concluída sobre tamanhas dúvidas nesse campo de estudo. Dessa forma, acreditamos que a Ciência vai sendo construída e, portanto, não devemos nos pautar em discursos prontos e estanques, mas sim, considerar as diferentes visões da realidade que são apresentadas por eles. Assim, perspectivas que abordem os fenômenos climáticos de forma simplista, desprovida de criticidade e discussões, devem ser repensadas. Além de que deve haver uma mudança necessária na perspectiva da Ciência, o que implicaria em tratar as questões socioambientais utilizando outra visão de mundo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. P. **Projetos de educação ambiental e seu desenvolvimento na escola pública: concepções e práticas de professores de ciências**. 2005. 189 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1998. 203 p.
- AMARAL, I. A. Educação ambiental e ensino de ciências: uma história de controvérsias. **Pro-Posições**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 73-93, 2001. Disponível em: <<http://www.proposicoes.fe.unicamp.br/proposicoes/edicoes/texto422.html>>. Acesso em: 3 dez. 2015.
- AMARAL, I. A. Os fundamentos do ensino de Ciências e o livro didático. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Org.). **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006.
- ANDRADE, L. A; ZYLBERSZTAJN, A; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 2, n. 2, p. 1-11, 2002.
- ANDRESEN, B.; ESSEX, C.; MCKITRICK, R. Does a global temperature exist? **Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics**, Chemnitz, v. 32, p. 1-28, 2006. Disponível em: <<http://www.uoguelph.ca/~rmckitri/research/globaltemp/GlobTemp.JNET.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2015.
- BAGANHA, D. E. **O papel e o uso do livro didático de Ciências nos anos finais do ensino fundamental**. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- BAIRD, C. **Química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2004.
- BARRETO, M. M. **Análise de livros didáticos de geografia do ensino fundamental considerando diferentes hipóteses sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas**. 2009. 161 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.
- BELLINI, L. M. Educação ambiental como educação científica no processo educativo escolar. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 19, p. 99-110, 2002. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155018108007>>. Acesso em: 6 jul. 2014.
- BIGLIARDI, R. V.; CRUZ, R. G. Currículo escolar, pensamento crítico e educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande,

v. 21, p. 332-340, 2008. Disponível em:
<<http://www.remea.furg.br/edicoes/vol21/art22v21.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2015.

BITTENCOURT, C. M. F. Apresentação. **Educação & Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 471-473, 2004. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022004000300007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 30 dez. 2014.

BITTENCOURT, C. M. F. **Ensino de história: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2005.

BONOTTO, D. M. B. Educação Ambiental e Educação em Valores em um programa de formação docente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 7, n. 2, 2008. Disponível em:
<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/art3_vol7_n2.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2015.

BORNHEIM, G. A temática ambiental na sociedade contemporânea. **Educação: teoria e prática**, v. 9, n. 16, p. 1-9, jan./jun. 2001.

BORNHEIM, G. Filosofia e política ecológica. **Revista Filosófica Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 16 - 24, 1985.

BRASIL. Brasília. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 1996.

BRASIL. Brasília. Lei número 9795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Brasília, 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 31 dez. 2014.

BRASIL. Declaração do Rio de Janeiro. **Estudos avançados**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituição de Estudos Avançados, v. 6, n. 15, p. 153-159, 1992.

BRASIL. **Guia PNLD 2014 apresentação ensino fundamental anos finais**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2013. 40 p.

BRASIL. **Guia PNLD 2014 Ciências ensino fundamental anos finais**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2013. 144 p.

BRASIL. **Inter-relações entre biodiversidade e mudanças climáticas**. Brasília, DF: MMA, 2007, v. 28. 220 p. (Série Biodiversidade).

BRASIL. Ministério da Educação. **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.fnnde.gov.br/>>. Acesso em: 30 dez. 2014

BRASIL. **Mudanças climáticas globais no Estado de São Paulo**. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, CETESB, 2011. 88 p. (Cadernos de Educação Ambiental).

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília, DF: SEF/MEC, 1997. 126 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais. Brasília, DF: SEF/MEC, 1998. 139 p.

CAMARGO, L. H. R. **A ruptura do meio ambiente**: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a geografia da complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 240 p.

CARVALHO, I. C. M. Educação ambiental e movimentos sociais: elementos para uma história política do campo ambiental. **Educação**: teoria e prática, Rio Claro, v. 9, n. 16, jan./jun. 2001, p. 46-56.

CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o processo educativo: dimensões e abordagens. In: CINQUETTI, H. C. S.; LOGAREZZI, A. (Org.). **Consumo e resíduo**: fundamentos para o trabalho educativo. São Carlos: EdUFSCar, 2006. v. 1, p. 19-42.

CARVALHO, L. M. Educação ambiental e a formação de professores. In: BRASIL. **Oficina Panorama de Educação Ambiental no Ensino Fundamental**. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Fundamental, p. 55-63. 2000.

CASAGRANDE, A.; SILVA JUNIOR, P.; MENDONÇA, F. Mudanças climáticas e aquecimento global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano 7, v. 8, p. 31-44, 2011.

CASTELNOU, A. M. N. Por uma cidade sustentável. In: PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. Superintendência de Educação. Departamento da Diversidade. Coordenação de Desafios Educacionais Contemporâneos. **Cadernos Temáticos da Diversidade Educação Ambiental**. Curitiba: SEED-PR, 2008. v. 1, p. 55-62.

DELAQUA, F. A.; BASSOLI, F. Ciência crítica: o aquecimento global nos livros didáticos de biologia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EM DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 10., 2013, Girona. **Anais...** Girona: Barcelona, 2013. Disponível em: <<http://www.congresoenseciencias.com/ES/>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

DIAS, R. E.; ABREU, R. G. Discursos do mundo do trabalho nos livros didáticos do ensino médio. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 32, p. 297-373, 2006.

DORNELAS, H. L. Sociedade de risco e o princípio da precaução: conceito, finalidade e a questão de sua imperatividade. **Revista UNIABEU**, Belford Roxo, v. 4, n. 6, p. 109-143, jan./abr. 2011. Disponível em:

<www.uniabeu.edu.br/publica/index.php/RU/article/download/118/188>. Acesso em: 21 mar. 2016.

EPSTEIN, I. Aquecimento global. Comciência, Reportagens, SBPC/Labjor, Brasil, 2002. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima11.htm>> Acesso em: 4 dez. 2015.

FREITAS, N. K.; RODRIGUES, M. H. **O Livro Didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo**. 2008. Dissertação. (mestrado em Arte Visuais)- Centro de Artes, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.

FRISON, M. D. et al. Livro didático como instrumento de apoio para a construção de propostas de ensino de Ciências Naturais. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, VII, 2009, Florianópolis. Trabalhos... Santa Catarina, PR: Enpec, 2009. 13p.

GALVÃO, D. M.; SILVA, H. C. O discurso sobre "mudanças climáticas" num texto de divulgação científica: textualização, circulação e leitura de conhecimentos geocientíficos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ENSINO DE GEOLOGIA NO BRASIL, 3., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2007. p. 259-267.

GAYFORD, C. Controversial environmental issues: A case study for the professional development of science teachers. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 24, n. 11, p. 1191-1200, 2002. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/publication/232843996_Controversial_environmental_issues_A_case_study_for_the_professional_development_of_science_teachers._International_Journal_of_Science_Education_24_\(11\)_1191-1200](http://www.researchgate.net/publication/232843996_Controversial_environmental_issues_A_case_study_for_the_professional_development_of_science_teachers._International_Journal_of_Science_Education_24_(11)_1191-1200)>. Acesso em: 3 dez. 2015.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GRÜN, M. A outriedade da natureza na educação ambiental. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 26., 2003, Poços de Caldas. **Anais eletrônicos...** Poços de Caldas: ANPEd, 2003. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/Mauro_Grun.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2016.

GRÜN, M. **Ética e educação ambiental: a conexão necessária**. Campinas: Papyrus, 1996. 123 p.

GUIMARÃES, M. **A formação de educadores ambientais**. Campinas: Papyrus, 2004.

GUIMARÃES, M. **Educação ambiental: no consenso um embate?** 5. ed. Campinas: Papyrus, 2007.

GUIMARÃES, M; MEGID NETO, J; FERNANDES, H. L. Como os professores de 6º ao 9º anos usam o livro didático de ciência. In: ENCONTRO NACIONAL DE

PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2011, Campinas - SP. **Anais...** : ABRAPEC, 2011. 10p.

HISSA, D. C. et al. Efeito da temperatura do branqueamento de corais: Avaliação de potenciais bioindicadores do aquecimento global. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 12., 2007, Florianópolis, SC. **Livro de resumos...** Florianópolis, p. 253, 2007.

JACOBI, P. R. et al. Mudanças climáticas globais: a resposta da educação. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 46, p. 135-148, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v16n46/v16n46a08.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU – Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

LAJOLO, M. Livro Didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, Brasília, DF, n. 69, jan./mar. 1996. Disponível em: <<http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/1033/935>>. Acesso em: 4 dez. 2015.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; OLIVEIRA, M. D. M. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, n. 3, 2008. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/pt/abstract?article+bn00808032008>>. Acesso em: 4 dez. 2015.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

LIMA, G. F. C. Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, ano 2, n. 5, p. 135-153, 1999.

LIMA, G. F. C. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: LOUREIRO, F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Org.). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**, p. 109-141. São Paulo: Cortez, 2002.

LOBATO, A. C. et al. Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos de ensino médio: é simples entender esse fenômeno? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 11, n. 1, p. 7-22, 2009. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/161/231>>. Acesso em: 15 out. 2014.

LOMBORG, B. **O ambientalista cético**. São Paulo: Campus, 2002.

LUCENA, L. B.; MOURA, M. O. O discurso das mudanças climáticas globais abordadas nos livros didáticos de geografia. In: ENCONTRO REGIONAL DE PRÁTICAS DE ENSINO DE GEOGRAFIA, 2., 2014, Teresina. **Anais...** Teresina: Piauí, 2014. Disponível em: <

<http://rei.biblioteca.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/.../LBL04082014.pdf> >. Acesso em: 3 dez. 2015.

MARPICA, N. S.; LOGAREZZI, A. L. J. Um panorama das pesquisas sobre livro didático e educação ambiental. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 1, p. 115-130, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132010000100007&script=sci_arttext>. Acesso em: 4 dez. 2015.

MARQUES, V. S. O efeito estufa e o aquecimento global. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 15, p. 93-106, 1992. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_1992/vol_15_93_106.pdf> Acesso em: 10 out. 2015.

MELLO, A. S.; LONGHINI, M. D. Tendências de educação ambiental em livros didáticos de ciências. **Pesquisa em Educação Ambiental**, Rio Claro, vol. 8, n. 1, p. 62-75, 2013. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/7794>>. Acesso em 4 dez. 2015.

MENDONÇA, F. Aquecimento Global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, n. 2, p. 71-86, 2007.

MILLER, G. T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MOLION, L. C. B. Aquecimento Global: uma visão crítica. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, v. 3, p. 7-24, 2008.

MORADILLO, E. F.; OKI, M. C. M. Educação ambiental na universidade: construindo possibilidades. **Química Nova**, São Paulo, v.27, n. 2, p.332-336. 2004.

MORALES, A. G. M. Processo de institucionalização da educação ambiental. In: PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. Superintendência de Educação. Departamento da Diversidade. Coordenação de Desafios Educacionais Contemporâneos. **Cadernos Temáticos da Diversidade Educação Ambiental**. Curitiba: SEED – PR., 2008. p. 1-16. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/7731476-Secretaria-de-estado-da-educacao-do-parana-superintendencia-da-educacao-diretoria-de-politicas-e-programas-educacionais.html>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

MORENO, M. Temas transversais: um ensino voltado para o futuro. In: BUSQUETS, M. D. et al. **Temas transversais em educação: bases para uma formação integral**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1998. 92 p.

NUNES, L. H. Repercussões globais, regionais e locais do aquecimento global. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 101-110, jan./jul. 2003.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Disponível em: <<http://blog.observatoriodoclima.eco.br/?m=200912#sthash.mCB6q8eg.dpbs>>. Acesso em: 5 dez. 2015.

OLIVEIRA, C. S. **Educação ambiental na escola: diálogos com as disciplinas escolares ciências e biologia.** 2009. 143 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS DO CLIMA - IPCC.
Mudança do Clima 2007: a base das ciências físicas: Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Genebra: IPCC, 2007. Disponível em:
<<http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg1-spm.pdf>
www.ipcc.ch>. Acesso em: 4 dez. 2015.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS DO CLIMA - IPCC.
Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Geneva: IPCC, 2015. 151 p. Disponível em: < <http://ar5-syr.ipcc.ch/>>. Acesso em: 6 dez. 2015.

PEREIRA, J. L. Educação ambiental e a formação de professores na Universidade Federal de Santa Maria – RS. 2010. 350 f. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Porto Alegre, 2010.

PIERSON, A. H. C.; FREITAS, D.; ZUIN, V. G. Aspectos de ciência, educação científica e cidadania em debate a partir de uma situação sócio-científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, 2005. p. 1-11. Disponível em:
<http://www.ufscar.br/cieultura/doc/aspectos_ciencia.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2015.

PINA, A.; SILVA, L. F.; OLIVEIRA JUNIOR, Z. T. Mudanças climáticas: reflexões para subsidiar esta discussão em aulas de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 27, n. 3, p. 449-472, 2010. Disponível em:
<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n3p449>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas.** São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança:** metamorfose da ciência. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 1984. (Coleção Pensamento Científico, 20).

RAZERA, C. C. R.; NARDI, R. Assuntos Controvertidos no ensino de Ciências: A ética na prática docente. **Pro-Posições**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 34, mar. 2001. Disponível em:
<<http://www.proposicoes.fe.unicamp.br/proposicoes/edicoes/texto423.html>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental.** São Paulo: Brasiliense, 1994, 62 p.

REIS, D. A. **Compreensões elaboradas pelo campo da educação ambiental sobre mudanças climáticas: análise das dissertações e teses brasileiras.** 2013. 217f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2013.

REIS, D. A.; SILVA, L. F.; FIGUEIREDO, N. As complexidades inerentes ao tema mudanças climáticas: desafios e perspectivas para o Ensino de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, set./dez. 2015.

REIS, P. G. R. **Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir?** Percursos de aprendizagem na disciplina ciências da terra e da vida. 2004. 457 f. Tese (Doutorado em Educação)-Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/3109/1/ulsd046398_td_Pedro_Reis.pdf>. Acesso em: 6 de jul. 2011.

RIBEIRO, R. A; KAWAMURA, M. R. D. Educação ambiental e temas controversos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 159-169, 2014. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/898>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

SANTOS, A. G.; BARROS, F. S. Abordagem do aquecimento global em livros didáticos de física do ensino médio. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12., 2010, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Física, 2010. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xii/sys/resumos/T0162-1.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

SANTOS, R. J.; SILVA, L. F. Temas ambientais presentes nos manuais dos professores dos livros didáticos de biologia aprovados no PNLD 2012. In: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 7., 2013, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: Unesp, 2013.

SILVA, L. F. **A temática ambiental, o processo educativo e os temas controversos:** implicações teóricas e práticas para o ensino de Física. 2007. 213 p. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2007.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de Temas controversos. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, p.1-12, nov. 2007. Número especial. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/152/105>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

SILVA, L. F.; TOTI, F. A.; PIERSON, A. H. C. Planejamento e execução de atividades didáticas com temas controversos: futuros professores de física e o aquecimento global. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória. **Anais...** São Paulo: SBF, 2009. p. 1-11. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/>>. Acesso em: 03 dez. 2015.

SILVA, L. R. C. et al. Pesquisa documental: alternativa investigativa na formação docente. In: IX Congresso Nacional de Educação e III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. PUC – PR. 2009. **Anais...** PUC – PR. 2009.

STAHEL, A. Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. Recife: INPSO/FUNDAJ, 1994. p. 262. Disponível em: <http://www.ufbaecologica.ufba.br/.../livro_desenvolvimento_natureza.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2014.

TRAJBER, R.; MANZOCHI, L. H. (Org.). **Avaliando a Educação Ambiental no Brasil**: materiais impressos. São Paulo: Gaia, 1996. 226 p.

TRIVELATO, S. L. F. O currículo de ciências e a pesquisa em educação ambiental. **Educação**: teoria e prática, Rio Claro, v. 9, n. 16/17, p. 57-61, 2001. Disponível em: <<http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/default.aspx?module=Files/FileDescription&ID=3857&state=FD>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

UNESCO. **Educação ambiental**: as grandes orientações da Conferência de Tbilisi. Brasília, DF: IBAMA, 1997.

VEIGA, J. E.; VALE, P. M. Aquecimento Global: um balanço das controvérsias. In: Ciclo de seminários “Brasil no Século XXI: Desafios do Futuro”, p. 1-52, 2007. São Paulo. **Ciclo de seminários...** São Paulo: Departamento de Economia da FEA/USP, 2007.

VIÉGAS, A. **Educação ambiental e complexidade**: uma análise a partir do contexto escolar. 2010. 288 f. Tese (Doutorado em Psicossociologia de Comunidades e Ecologia Social)-Instituto de Psicologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, 2007. Edição especial. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/155/119>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

XAVIER, M. E.; KERR, A. S. A análise do efeito estufa em textos para-didáticos e periódicos jornalísticos. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 325-349, 2004. Disponível em: <http://homologa.ambiente.sp.gov.br/proclima/artigos_dissertacoes/artigos_portugues/analisedoefeitoestufaemtextosjornalisticos.pdf>. Acesso em: 1 maio 2014.

WATANABE-CARMELLO, G. **Aspectos da complexidade**: contribuições da física para a compreensão do tema ambiental. 2012. 250f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências)-Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

WATANABE-CARAMELO, G.; KAWAMURA, M. R. D. Uma educação na perspectiva ambiental crítica, complexa e reflexiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 255-264, 2014. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/906>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

ANEXO: CORPUS DOCUMENTAL

AUTOR(ES)	TÍTULO	EDITORA	EDIÇÃO	ANO	CÓDIGO DA COLEÇÃO PNLD 2014
ALVES, J. A. P.; CAETANO, L.; GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P.	Ciências para o nosso tempo	Positivo	1ª ed.	2011	27345COL04
ANDRADE, E.; SILVA, K. A. P.; FAVALLI, L. D.	Projeto Radix – Ciências	Scipione	2ª ed.	2012	27460COL04
BARROS, C. A. C.; PAULINO, W. R.	Ciências	Ática	5ª ed.	2012	27334COL04
BRÖCKELMANN, R. H. (Editora responsável)	Observatório de Ciências	Moderna	1ª ed.	2012	27431COL04
CANTO, E. L.	Ciências Naturais Aprendendo com o cotidiano	Moderna	4ª ed.	2012	27339COL04
COSTA, A. M. C. L.; SCRIVANO, C. N.	Oficina do Saber Ciências	Leya.	1ª ed.	2012	27432COL04
GEWANDSZNAJDER, F.	Projeto Teláris – Ciências	Ática	1ª ed.	2012	27465COL04
GODOY, L. P.; OGO, M. Y..	Vontade de Saber Ciências	FTD	1ª ed.	2012	27489COL04
GOWDAK, D. O; MARTINS, E. L.	Ciências Novo Pensar – Edição Renovada	FTD	1ª ed. (Edição Renovada)	2012	27344COL04
KANTOR et al.	Ciências, Natureza & Cotidiano	FTD	2ª ed.	2012	27341COL04
MOISES. H. N.; SANTOS, T. H. F.	Ciências da Natureza	IBEP – Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas	3ª ed.	2012	27428COL04
MORETTI, R.	Ciências nos dias de hoje	Leya	1ª ed.	2012	27343COL04
MOZENA, E. R.; SANTANA, O. A.	Ciências Naturais	Saraiva livreiros editores	5ª ed.	2012	27338COL04
NERY, A. L. P. et al.	Para viver juntos – Ciências	Edições SM	3ª ed.	2012	27438COL04
PEREIRA, A. M.; SANTANA, M.; WALDHELM, M.	Perspectiva – Ciências	Editora do Brasil	2ª ed.	2012	27444COL04
SCHECHTMANN E. et al.	Companhia das Ciências	Saraiva Livreiros Editores	2ª ed.	2012	27347COL04
SHIMABUKURO, V. (Editora responsável)	Projeto Araribá – Ciências	Editora Moderna	3ª ed.	2012	27455COL04
STERN, I.	Ciências no século XXI	Saraiva Livreiros Editores	2ª ed.	2012	27342COL04
YAMAMOTO, A. C. A.; CARNEVALLE, M. R.; RODRIGUES, R. M. A.	Jornadas.cie – Ciências	Saraiva Livreiros Editores	2ª ed.	2012	27395COL04

Fonte: adaptada do Guia de livros didáticos (BRASIL, 2013).