

ARTIGO

SIGNIFICADOS ATRIBUÍDOS AO TEMA “MUDANÇAS CLIMÁTICAS”  
EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS NATURAIS DO ENSINO  
FUNDAMENTAL II APROVADOS PELO PNLD DE 2014

Nijima Novello Rumenos\*  
Luciano Fernandes Silva\*\*  
Rosa Maria Feiteiro Cavalari\*\*\*

**RESUMO:** Esta investigação teve como objetivo identificar e analisar os significados atribuídos ao tema Mudanças Climáticas presentes nos livros didáticos de Ciências do ensino fundamental II, indicados pelo PNLD 2014. Analisamos dezenove das vinte coleções aprovadas pelo programa de acordo com os procedimentos da Análise de Conteúdo. A sistematização dos dados nos possibilitou a construção de cinco categorias. De modo geral, podemos indicar que as coleções apresentam considerações sobre as Mudanças Climáticas. Parte destas estão baseadas em informações atuais retiradas de textos de divulgação científica. Todavia, é interessante indicar que os livros analisados não abordam esse tema a partir de controvérsias e/ou complexidades. A abordagem das controvérsias e complexidades do tema poderia vir a ser uma inovação didática significativa para esses materiais.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas. Controvérsias. Livros didáticos.

MEANINGS ATTRIBUTED TO THE THEME “CLIMATE CHANGE” IN NATURAL  
SCIENCE’S TEXTBOOKS FOR THE LAST YEARS OF PRIMARY EDUCATION,  
APPROVED BY 2014 PNLD

**ABSTRACT:** This research aimed to identify and analyze the meanings attributed to the theme Climate Change by Primary School Science’s textbooks, indicated by PNLD 2014. Nineteen of the twenty collections approved by the program were analyzed in accordance with *Content Analysis* procedures. Data systematization enabled us to build five categories. In general, we can state that the collections present considerations about Climate Change. Some of these are based on current information taken from scientific texts. However, it is interesting to note that the analyzed books do not address this subject from controversy and/or complexities. Addressing the theme’s controversies and complexities could be a significant didactic innovation for these materials.

**Keywords:** Climate change. Controversy. Textbooks.

\*Mestre em Educação pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/Rio Claro). Doutoranda em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/Bauru). Integrante do Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental (GPEA/Fapesp), da pós-graduação em Educação para a Ciência da UNESP de Bauru. Bauru, SP - Brasil.  
E-mail: <nijimanr@yahoo.com.br>

\*\*Doutor em Educação pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/Araraquara). Professor, Pesquisador e Coordenador do Programa de Mestrado em Educação em Ciências da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Professor e Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/Rio Claro). Participante do grupo de pesquisa A Temática Ambiental e o Processo Educativo da UNESP de Rio Claro. Itajubá, MG - Brasil.  
E-mail: <lufesilv@gmail.com>.

\*\*\*Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Pós-Doutora em Educação Ambiental pela Universidade de Québec à Montreal-Canadá. Professora e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/Rio Claro). Participante do Grupo de Pesquisa A Temática Ambiental e o Processo Educativo da UNESP de Rio Claro. Rio Claro, SP - Brasil.  
E-mail: <rosamfc@rc.unesp.br>.

**SIGNIFICADOS ATRIBUIDOS AL TEMA “CAMBIOS CLIMÁTICOS” EN LIBROS DIDÁCTICOS DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS DE LA PRIMARIA, APROBADOS POR EL PNLD DEL 2014**

**RESUMEN:** Esta investigación tuvo el objetivo de identificar y analizar los significados atribuidos al tema Cambios Climáticos presentes en los libros didácticos de las Ciencias en los últimos años de la Primaria, indicados por el PNLD del 2014. Analizamos diecinueve de las veinte colecciones aprobadas por el programa segundo los procedimientos del Análisis de Contenido. La sistematización de los datos nos ha permitido construir cinco categorías. En general, podemos indicar que las colecciones presentan consideraciones sobre los Cambios Climáticos. Parte de estas están basadas en informaciones actuales retiradas de textos de divulgación científica. Todavía, es interesante indicar que los libros analizados no abordan ese tema a partir de controversias y/o complejidades. El abordaje de las controversias y complejidades del tema podrían ser una innovación didáctica significativa para esos materiales.

**Palabras clave:** Cambios climáticos. Controversias. Libros didácticos.

## 1 INTRODUÇÃO

Os desastres ambientais ocorridos ao longo das últimas décadas apontam para o fato de que vivenciamos uma crise ambiental sem precedentes na história da humanidade. Alguns destes desastres ambientais estão relacionados com fenômenos climáticos extremos, tais como o aumento da incidência de chuvas torrenciais e/ou furacões e de ondas de calor. Para muitos estudiosos, esses fenômenos estão relacionados com as atuais Mudanças Climáticas terrestres.

É importante destacar que as atuais Mudanças Climáticas não podem ser compreendidas sem levar em conta a forma como a sociedade historicamente se relaciona com a natureza. Ao longo dos últimos três séculos, o ser humano intensificou seu poder de modificar o meio ambiente. Neste contexto, atualmente vivemos uma situação - antes sequer imaginada - de termos condições de modificar, de forma significativa, a composição gasosa da atmosfera do planeta. Isso se deve, entre outros fatores, ao histórico de utilização maciça de combustíveis fósseis como os derivados de petróleo e o carvão natural (IPCC, 2014).

Em outros termos, vivenciamos um período da história da humanidade marcado pela intensa industrialização de uma parte significativa do mundo e por grandes modificações da natureza provocadas pela intervenção do ser humano. É necessário indicar que vários grupos organizados da sociedade, entre esses, cientistas e intelectuais, defendem a ideia de que essas modificações que o ser humano vêm provocando na natureza podem estar direta ou indiretamente relacionadas com as causas das Mudanças Climáticas atuais (IPCC, 2014).

Todavia, de um ponto de vista científico, é preciso ser cauteloso quanto às afirmações categóricas sobre o verdadeiro peso que essas modificações exercem sobre as causas das Mudanças Climáticas. Parte dessas incertezas se deve ao fato de que os fenômenos climáticos são marcados por não linearidade, instabilidade e irreversibilidade (PRIGOGINE, 1996; WATANABE-CARAMELLO, 2012; REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015).

É importante mencionar que discussões e reflexões relativas às Mudanças Climáticas têm incentivado vários educadores a elaborar trabalhos voltados para esse tema na educação básica. Há diversas possibilidades para abordar questões relativas às Mudanças Climáticas nas propostas educativas, porém, entendemos que algumas delas, em especial, podem ser realizadas por meio do tratamento do tema a partir de controvérsias e de complexidades que lhes são inerentes.

Destacamos que a utilização de temas controversos no campo da Educação em Ciências tem sido amplamente explorada em trabalhos elaborados por autores brasileiros e estrangeiros. Alguns desses trabalhos estão apresentados na forma de teses de doutoramento que foram defendidas no Brasil, na Inglaterra e em Portugal (LEVINSON, 2008; REIS, 2004; SILVA, 2007).

Reis (2004), por exemplo, entende que há grande potencial educativo na exploração de temas controversos em aulas de ciências. Esses temas, para o autor, são aqueles sobre os quais pessoas ou grupo sociais organizados divergem e assumem diferentes posições. Isso ocorre, entre diversos aspectos, pelo fato de esses temas envolverem juízos de valor que impossibilitam a sua resolução por meio do recurso exclusivo da análise de evidências ou da experiência. Nesse

contexto, podemos compreender que algumas das controvérsias inerentes ao tema das Mudanças Climáticas, tanto quanto os relativos a outros temas abordados pela Ciência, não podem ser resolvidos recorrendo-se exclusivamente a fatos, dados empíricos ou vivências, pois envolvem tanto fatos como questões da dimensão dos valores (campo axiológico).

Ribeiro e Kawamura (2014), por sua vez, afirmam que várias controvérsias envolvendo temas socioambientais são decorrentes das diferentes hipóteses elaboradas sobre as causas, bem como sobre os possíveis efeitos e as diferentes possibilidades de amenizar ou até mesmo reverter as consequências de alguns problemas ambientais. Entre esses temas encontram-se os relativos às Mudanças Climáticas. Nesse contexto, essas controvérsias,

[...] constituem-se menos de 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 (RIBEIRO e KAWAMURA, 2014, p. 164).

Assim, as autoras destacam que a perspectiva de elaborar trabalhos educativos a partir da consideração das complexidades inerentes ao tema mudanças climáticas pode contribuir para que os professores tenham oportunidade de questionar, em sala de aula, algumas concepções epistemológicas sobre ciência e produção do conhecimento científico, sobretudo aquelas que são pautadas pelo determinismo e pela linearidade. Além disso, como ressaltam Reis, Silva e Figueiredo (2015), há, ainda, a possibilidade de enriquecer o contexto educativo a partir da consideração de que decisões econômicas, políticas e sociais relativas às Mudanças Climáticas caracterizam um jogo de interesses complexo e conflituoso, o que possibilita a identificação de controvérsias políticas e econômicas associadas diretamente com a tomada de decisão sobre o tema.

A partir dessas considerações, temos como pressuposto que o tema das Mudanças Climáticas pode ser trabalhado na educação básica a partir de suas complexidades, em especial aquelas que envolvem a dinâmica climática terrestre, a interação entre o ser humano e a natureza, as concepções políticas dos governantes que se adequam ou não às medidas de mitigação, aos ganhos econômicos que estão por trás das negociações de redução das emissões de combustíveis fósseis (WATANABE-CARAMELLO, 2012).

Em concordância com Reis, Silva e Figueiredo (2015) e Watanabe-Caramello (2012), compreendemos, também, que o trabalho educativo com o tema das Mudanças Climáticas, em especial a partir da abordagem de algumas complexidades que envolvem o tema, pode possibilitar ao professor da educação básica a constituição de um espaço profícuo para o tratamento de conteúdos específicos da área de ciências e de aspectos da natureza da ciência. Além disso, a abordagem do tema pode possibilitar ao professor de ciências a realização de trabalhos educativos que problematizem a relação entre o ser humano e a natureza bem como os valores que sustentam o estilo de vida das sociedades atuais, particularmente aqueles centrados na lógica do consumismo e do individualismo, nos quais prevalecem interesses privados em detrimento de interesses coletivos,

sobretudo por meio da prática de atividade de competição entre indivíduos e/ou grupos (SANTOS; CARVALHO; LEVINSON, 2014).

Importante também salientar que, no contexto da educação formal, especificamente na escola de nível fundamental, as questões ambientais são, segundo Carvalho (2010), frequentemente trabalhadas em disciplinas voltadas para a área das Ciências da Natureza. Dessa forma, é possível indicar que essas disciplinas certamente abordam diferentes aspectos do tema Mudanças Climáticas.

Considerando o papel fundamental do processo educativo para o reconhecimento e o enfrentamento da crise ambiental, parece-nos importante questionar se controvérsias e complexidades são abordadas pelas disciplinas diretamente voltadas para as Ciências da Natureza quando tratam do tema Mudanças Climáticas.

Uma possibilidade para realizar um trabalho investigativo desta natureza pode ser construída a partir da perspectiva de ter como objeto de estudo os livros didáticos de Ciências, utilizados no ensino fundamental II.

Justifica-se o recorte desse estudo nos livros didáticos pelo fato de que é amplamente reconhecida a utilização desses materiais na educação básica, sendo um dos principais recursos no apoio ao trabalho docente, além de apresentar um importante papel na construção de um ambiente democrático (FRACALANZA; MEGID NETO, 2006).

Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivo identificar e analisar os significados atribuídos ao tema Mudanças Climáticas nos livros didáticos de Ciências do ensino fundamental II, indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2014.

Destacamos, ainda, que outros trabalhos investigativos se voltaram para questões que envolvem a temática ambiental em livros didáticos, mais especificamente o tema Mudanças Climáticas. Parte dessas pesquisas está voltada para o ensino médio e para as disciplinas específicas Ciências Biológicas, Física, Química e Geografia, porém nenhuma delas para a disciplina de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental II. Dentre essas investigações, destacamos os trabalhos de Lobato *et al.* (2009), Barreto (2009), Santos e Barros (2010), Delaqua e Bassoli (2013) e Lucena e Moura (2014); no entanto, esses trabalhos não tiveram como preocupação a discussão das controvérsias e das complexidades inerentes ao tema Mudanças Climáticas.

Em relação ao PNLD, é interessante indicar que esse é atualmente um dos mais antigos programas voltados para a distribuição de livros didáticos aos estudantes da rede pública de ensino brasileira, tendo sido iniciado em 1929 com outra denominação. Atualmente o PNLD é instituído pelo Fundo Nacional do desenvolvimento da Educação (FNDE).

## 2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Essa pesquisa é de natureza qualitativa, do tipo documental. Segundo Godoy (1995), a pesquisa qualitativa é a que oferece melhores oportunidades para compreender fenômenos que envolvem seres humanos e suas relações sociais. Ainda segundo a autora, esse tipo de pesquisa pode ser conduzido por diferentes

caminhos, sendo a análise de documentos uma das possibilidades. Assim, a pesquisa documental requer “[...] o exame de materiais de natureza diversa, que ainda não receberam um tratamento analítico, ou que podem ser reexaminados, buscando-se novas e/ou interpretações complementares” (GODOY, p. 21, 1995).

De acordo com Alves-Mazzotti e Gewandsznejder,

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 (1998, p. 169, grifos nossos).

Para a composição do *corpus* documental desta investigação, entramos em contato com a Secretaria de Educação da região de Piracicaba-SP, escolas públicas da mesma região e com os editores das referidas coleções. Solicitamos as coleções de livros didáticos presentes no guia de livros didáticos de Ciências para os anos finais do ensino fundamental do ano de 2014 aprovados pelo MEC (BRASIL, 2013) referente ao triênio 2014/2015/2016. Cada coleção contém um livro do aluno, do sexto ao nono ano, ou seja, quatro livros em cada coleção, totalizando oitenta livros. Foram analisadas dezenove coleções didáticas, sendo que apenas uma não foi analisada por não ter sido encontrada nas escolas públicas e na Secretaria de Educação da região de Piracicaba. Além disso, a referida coleção não foi disponibilizada pelo editor para fins de pesquisa. Também não encontramos essa coleção em estabelecimentos especializados em venda de materiais didáticos.

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

Para construir e analisar os dados desta investigação, utilizamos os procedimentos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2004). Dentre as diferentes técnicas de Análise de Conteúdo, utilizou-se aquela reconhecida por análise temática ou categorial. Realizar a análise temática consiste em identificar os núcleos de sentido que compõem a mensagem (conteúdo). Para isso, procuramos identificar as unidades de registro que estavam diretamente relacionadas com o tema da investigação. A presença ou frequência de aparição dos núcleos de sentido no texto podem possuir algum significado para o objetivo do trabalho realizado.

**Quadro 1** – Informações referentes aos livros didáticos de Ciências aprovados pelo PNLD 2014 para o ensino fundamental II, 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	MOISÉS. 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.	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: elaborado pelos autores.

O tema é definido por Bardin (2004, p. 131) como “[...] uma afirmação acerca de um assunto [...], uma frase ou uma frase composta, habitualmente um resumo ou uma frase condensada, por influência da qual pode ser afectado um vasto conjunto de formações singulares”. A identificação dos temas ocorre na fase da codificação da mensagem. Em seguida, na fase da categorização, ocorre a divisão dos temas em categorias segundo as suas características comuns.

A categorização gera classes que reúnem um grupo de elementos da unidade de registro. As classes são compiladas a partir da correspondência entre a significação, a lógica do senso comum e a orientação teórica do pesquisador. Portanto, os critérios para a categorização podem ser semânticos, sintáticos, léxico ou expressivos. Ainda, Bardin (2004) indica a possibilidade de uma categorização com categorias *a priori*, sugeridas pelo referencial teórico e com categorias *a posteriori*, elaboradas após a análise do material.

Nesta investigação, trabalhamos com a construção de categorias *a posteriori*. Após a constituição do *corpus* documental, realizamos a leitura minuciosa do material. Essa primeira leitura nos possibilitou entrar em contato com o material, de modo que construímos nossas primeiras impressões sobre a forma como o tema Mudanças Climáticas é apresentado e discutido nos livros didáticos. A partir de uma segunda leitura, considerando-se os objetivos da pesquisa, elegemos as unidades de registro relevantes para nosso trabalho investigativo. O passo seguinte foi o de organizar as unidades de registro em agrupamentos por semelhança temática. Os agrupamentos nos possibilitaram a construção de categorias *a posteriori*.

### 3 SIGNIFICADOS DO TEMA MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

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

Considerando-se esses eixos temáticos, podemos indicar que nos livros didáticos analisados:

- Os assuntos relacionados ao tema das Mudanças Climáticas são mais frequentes nos livros didáticos referentes ao 6º ano (C1, C2, C3, C4, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18 e C19), os quais se propõem trabalhar com a temática “Terra e Universo”;
- Os livros de 7º ano (C1, C2, C6, C7, C8, C9, C11, C14, C16, C17 e C19), propõem o trabalho com a temática “Vida e Ambiente”. O tema Mudanças Climáticas é pouco frequente nesses livros, sendo que sua presença normalmente se limita a algum texto específico ou em pequenos comentários delimitados e destacados no material por uma caixa;

- Os livros de 8º ano (C5, C9 e C13) são os que menos abordam o tema Mudanças Climáticas, uma vez que, em geral, discutem assuntos referentes ao tema “Ser Humano e Saúde”;
- Os livros do 9º ano (C3, C4, C5, C7, C8, C9, C11, C12, C14, C15, C16, C17, C18 e C19) apresentam frequentemente (ficando atrás em frequência apenas dos livros do 6º ano) assuntos relacionados ao tema Mudanças Climáticas, lembrando que esses livros se voltam para o eixo temático “Tecnologia e Sociedade”.

Tendo em conta esse contexto, apresentamos, a seguir, outros resultados da nossa investigação. Parte desses resultados estão descritos a partir 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.

### **3.1 Considerações sobre o fenômeno do Efeito Estufa**

Considerações sobre o fenômeno do Efeito Estufa foram frequentemente encontrados nos livros do 6º e 9º anos. Na maioria das vezes, o tema é tratado como um fenômeno natural inerente à própria dinâmica climática da Terra.

No Quadro 2, apresentamos, de modo sistematizado, como o Efeito Estufa é apresentado nos livros didáticos de Ciências da Natureza do ensino fundamental II. Nesse quadro, temos os seguintes agrupamentos: Fenômeno Natural, Intensificação do Fenômeno e Analogias Relacionadas ao Fenômeno.

A menção ao fato de que o Efeito Estufa é um fenômeno natural está presente em 32 do total de livros didáticos analisados e aparece 44 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.

**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	Coleções em que aparece – Ano escolar relativo ao Ensino Fundamental em que aparece	Frequência
Fenômeno natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção da temperatura terrestre;</li> <li>- Condições favoráveis à vida.</li> </ul>	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
Intensificação do fenômeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento na quantidade de gases-estufa;</li> <li>- Gás carbônico como principal responsável.</li> </ul>	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
Analogias relacionadas ao fenômeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estufa de vidro;</li> <li>- Automóvel fechado.</li> </ul>	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

Fonte: elaborado pelos autores.

Os dados também indicam que uma parte significativa da discussão sobre o Efeito Estufa proposta pelos livros aborda conceitos científicos como: temperatura, radiação, calor e energia. Esses conceitos, de modo especial, estão diretamente relacionados aos conhecimentos sistematizados pelo campo da Física. Há também referências diretas à modificação da composição dos gases que compõem a atmosfera, assunto 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.

Outro ponto de destaque na análise desse tema nos livros didáticos está diretamente relacionado ao peso atribuído às ações humanas para explicar as causas da intensificação do Efeito Estufa. No Quadro 2, apresentamos o agrupamento denominado Intensificação do Fenômeno. Nele podemos observar as unidades de registro Aumento na Quantidade de Gases-Estufa e Gás Carbônico como Principal Responsável.

A coleção C15 se refere 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, grifos nossos).

Nesse caso, as autoras da coleção C15 afirmam que o Efeito Estufa é um fenômeno natural que está sendo modificado pelo ser humano, devido às grandes emissões de gases-estufa, sendo que parte importante dessas emissões é devida às atividades de queima de combustíveis fósseis.

Nossas análises também indicam que o fenômeno do Efeito Estufa, em diversos momentos, é apresentado por meio de analogias com outros fenômenos. Verificamos que as analogias para explicar o Efeito Estufa foram encontradas em dezenove do total de livros analisados e aparecem vinte e duas vezes ao longo das obras, conforme apresentado no Quadro 2.

Cumpramos destacar que pudemos observar equívocos conceituais nas analogias apresentadas nesses livros didáticos. Comparações entre o fenômeno Efeito Estufa com estufas de vidro e carros com os vidros fechados, por exemplo, induzem os leitores a compreender, de forma errônea, esse fenômeno. A principal crítica está no fato de a composição da atmosfera e a interação da radiação com a matéria não estarem adequadamente apresentadas a partir dessa analogia. A interação da radiação eletromagnética com os gases da atmosfera não possui paralelo com um obstáculo de vidro que aprisiona o ar quente. Dessa forma, seria importante que os autores desses livros, mesmo ao utilizarem essas analogias, diferenciasssem o fenômeno que ocorre na estufa de vidro ou em automóveis com vidros fechados do fenômeno do Efeito Estufa.

### 3.2 Considerações sobre o fenômeno do Aquecimento Global

O aumento da quantidade de gases-estufa na atmosfera, devido a causas naturais e antrópicas, é um dos fatores que provoca a intensificação do

fenômeno Efeito Estufa, acarretando o aquecimento atmosférico ou o aumento da temperatura média da Terra, fenômeno denominado Aquecimento Global. Importante frisar que, para muitas pessoas, a ideia de Aquecimento Global é muito mais conhecida do que a de Mudanças Climáticas globais.

A sistematização das informações obtidas nos livros nos permitiu construir o Quadro 3.

**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	Coleções em que aparece - Ano escolar relativo ao Ensino Fundamental em que aparece	Frequência
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
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

Fonte: elaborado pelos autores.

Conforme podemos observar no Quadro 3, o fenômeno do 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 média da Terra, não citando a relação existente com o fenômeno do Efeito Estufa; o outro afirma que a origem e a causa desse fenômeno estão diretamente relacionadas com a intensificação da emissão de dióxido de carbono na atmosfera por meio de ações humanas.

Essas afirmações presentes nos livros nos possibilitaram elaborar dois agrupamentos quando nos referimos às considerações sobre o fenômeno do Aquecimento Global: Aumento da Temperatura Terrestre e Aumento da Intensidade do Efeito Estufa.

Observamos, ainda, que a frequência de aparecimento do primeiro agrupamento (dezesseis vezes) é maior do que o do segundo agrupamento (onze vezes). Além disso, os núcleos de significados relativos ao primeiro agrupamento estão presentes em quatorze livros enquanto o segundo, em dez livros do total analisado.

Observa-se que estão presentes nos livros conceitos relacionados à Física, por exemplo, calor e temperatura termodinâmica. Também chama a

atenção o desenvolvimento de ideias relacionadas ao campo da Biologia como desequilíbrios ecológicos.

Na sequência, apresentamos outra categoria importante nesta investigação, sendo que esta está diretamente relacionada com as considerações encontradas nos livros didáticos sobre as causas das Mudanças Climáticas.

### 3.3 Causas das Mudanças Climáticas

No Quadro 4, são destacados os agrupamentos e as unidades de registro que tratam das causas das Mudanças Climáticas.

**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	Coleções em que aparecem – Ano escolar relativo ao Ensino Fundamental em que aparecem	Frequência
Ação antrópica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividade industrial;</li> <li>- Veículos;</li> <li>- Desmatamento;</li> <li>- Queimadas;</li> <li>- Agricultura;</li> <li>- Pecuária;</li> <li>- Hidrelétricas.</li> </ul>	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
Ação natural e/ou antrópica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excreção dos animais;</li> <li>- Respiração dos seres vivos;</li> <li>- Materiais em decomposição;</li> <li>- Erupções vulcânicas;</li> <li>- Queimadas;</li> <li>- Depósitos de gás natural;</li> <li>- Reservas de água;</li> <li>- Tectônica de placas;</li> <li>- Ciclos solares;</li> <li>- Variações orbitais;</li> <li>- Aquecimento do núcleo terrestre;</li> <li>- Ciclos de Milankovitch</li> </ul>	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

Fonte: elaborado pelos autores.

Em trinta e quatro livros analisados e com uma frequência de cem, 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, grifos nossos).

Observamos que todos os livros analisados que tratam do tema Aquecimento Global apresentam a ideia de que o incremento de gases-estufa na atmosfera é a principal causa das Mudanças Climáticas observadas na atualidade. Esse é um aspecto amplamente difundido na mídia e também em relatórios de pesquisa de grupos de cientistas, por exemplo, os do IPCC (2014).

Há livros didáticos, por exemplo, na coleção C15, que apresentam argumentos indicando que o incremento do dióxido de carbono na atmosfera é a principal causa das Mudanças Climáticas atuais. Nas coleções C6 e C14, por exemplo, são indicados outros gases responsáveis pelas causas das Mudanças Climáticas como o metano e os óxidos de nitrogênio.

Os autores de uma das coleções didáticas analisadas, a C14, fundamentaram-se em um texto de Moraes (2011), publicado no jornal *O Eco*, para apresentar considerações sobre o papel dos gases-estufa para explicar as causas das Mudanças Climáticas. Nesse contexto, o vapor de água foi acertadamente considerado como um importante gás estufa. Todavia, prevaleceu nesse texto a ideia de que o peso das emissões antropogênicas de dióxido de carbono é o fator mais importante para explicar as causas das Mudanças Climáticas atuais.

Afirmações dessa natureza retratam exclusivamente um aspecto do problema, ou seja, é atribuída ao dióxido de carbono, senão toda, grande parte das causas das Mudanças Climáticas atuais. Porém, é necessário indicar que outros fatores de origem natural e/ou antropogênica também ajudam a explicar as causas das Mudanças Climáticas atuais (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015; WATANABE-CARAMELLO, 2012).

Nesse contexto, seria importante que os livros didáticos, em um futuro próximo, pudessem apresentar considerações sobre o fato de que as causas das Mudanças Climáticas não são necessariamente pautadas por consensos, o que inclui o meio científico. Seria importante apresentar algumas considerações sobre como são construídas algumas hipóteses sobre os cenários futuros da Terra a partir dos modelos climáticos da Terra. Pode vir a ser considerado um avanço se os livros didáticos apresentarem algumas controvérsias científicas sobre o assunto, por exemplo, aquelas que envolvem o conceito de Temperatura Média Global (ESSEX; McKTRICK; ANDERSEN, 2006).

O segundo agrupamento denominado Ação Natural e/ou Antrópica pode ser observado 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.

É interessante observar (vide Quadro 4) que treze livros analisados apresentam considerações que afirmam que as causas das Mudanças Climáticas também estão associadas aos fenômenos naturais. Nesse caso, os termos

frequentes 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. O excerto abaixo exemplifica essas considerações:

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).

Um dado interessante observado por essa investigação está no fato de a coleção C3 apresentar considerações sobre incertezas relativas aos modelos dos fenômenos climáticos, 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, grifos nossos).

Em concordância com a perspectiva que defendemos para a abordagem educativa do tema das Mudanças Climáticas (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015), consideramos relevante que a coleção C3 apresente menções às incertezas presentes nos instrumentos de medidas utilizados para se calcularem 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 esse posicionamento:

[...] 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).

Nesse 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 pode ser compreendido como um indicativo de que alguns livros didáticos abordam certos aspectos das controvérsias científicas envolvendo o tema Mudanças Climáticas.

Na coleção C9, são apresentadas algumas informações extraídas de um *site* de pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), que relatam aspectos imprevisíveis das variações climáticas, embora apontem que as elas estão sendo provocadas basicamente pela atividade humana, como podemos observar no excerto abaixo:

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, grifos nossos).

Chama a atenção a menção ao fato de que fenômenos complexos e imprevisíveis compõem a base de explicação das Mudanças Climáticas. Consideramos que esse é um ponto interessante da discussão sobre o tema proposto por essa coleção.

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, grifos nossos).

Em concordância com as reflexões apresentadas por Levinson (2008), Reis (2004) e Silva (2007), entendemos que essa coleção (C5) se destaca ao apresentar considerações sobre controvérsias relacionadas ao tema das Mudanças Climáticas.

### 3.4 Consequências das Mudanças Climáticas

No Quadro 5, são apresentadas as informações sistematizadas nesta investigação sobre as consequências associadas às Mudanças Climáticas veiculadas pelas coleções.

**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	Coleções em que aparecem – Ano escolar relativo ao Ensino Fundamental em que aparecem	Frequência
Alterações nos Oceanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derretimento das geleiras;</li> <li>- Aumento da temperatura;</li> <li>- Mudança da salinidade;</li> <li>- Desaparecimento de regiões litorâneas;</li> <li>- Desaparecimento de ilhas.</li> </ul>	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]; [C17 – 9º]; [C19 – 6º, 9º]	33
Extinção de espécies ou populações de seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prejuízos às espécies animais;</li> <li>- Prejuízos às espécies vegetais;</li> <li>- Perda da biodiversidade;</li> <li>Destruição de habitats.</li> </ul>	15-28	[C1 – 7º]; [C2 – 6º, 7º]; [C4 – 6º, 9º]; [C6 – 6º, 7º]; [C7 – 6º, 9º]; [C8 – 6º, 7º]; [C9 – 6º, 7º, 8º]; [C11 – 6º, 7º]; [C13 – 6º]; [C14 – 6º, 7º]; [C15 – 6º, 9º]; [C16 – 6º, 7º]; [C17 – 6º, 7º, 9º]; [C18 – 6º]; [C19 – 6º]	42
Alterações na dinâmica climática da Terra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterações no regime de chuvas;</li> <li>- Mudanças nas correntes de ventos;</li> <li>- Alterações na temperatura terrestre.</li> </ul>	15-20	[C1 – 6º]; [C2 – 6º]; [C3 – 6º, 9º]; [C4 – 6º]; [C6 – 6º]; [C7 – 6º, 9º]; [C8 – 6º]; [C9 – 6º, 8º, 9º]; [C10 – 6º]; [C11 – 6º]; [C13 – 6º, 8º]; [C14 – 9º]; [C15 – 6º]; [C17 – 9º]; [C19 – 6º]	30

Aumento da ocorrência de fenômenos naturais extremos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempestades;</li> <li>- Ciclones;</li> <li>- Tornados;</li> <li>- Furacões;</li> <li>- Enchentes.</li> </ul>	7-7	(C1 - 6º); (C4 - 6º); (C6 - 6º); (C9 - 8º); (C11 - 9º); (C15 - 9º); (C16 - 6º)	8
--	---	-----	--	---

Fonte: elaborado pelos autores.

Em vinte e seis livros analisados, quando os autores buscam retratar as consequências das Mudanças Climáticas, eles o fazem relacionando-as com efeitos visíveis nos oceanos. Nesse caso, a frequência em que essas consequências aparecem é de trinta e três vezes ao longo das análises. As unidades de registro que deram origem a esse agrupamento são: Derretimento das Geleiras, Aumento da Temperatura, Mudança da Salinidade, Desaparecimento de Regiões Litorâneas e Desaparecimento de Ilhas.

É importante salientar que os autores dos livros analisados se referem ao derretimento das geleiras como uma decorrência direta do Aquecimento Global.

Os autores das coleções C9, C14 e C19 afirmam que o derretimento das geleiras tem grande potencial para provocar mudanças na salinidade da água, aspecto que interfere de modo significativo na dinâmica das correntes marítimas. Consideramos que essa é uma informação relevante apresentada nesses livros, sobretudo porque ela está embasada em pesquisas científicas consolidadas (IPCC, 2014).

Entendemos que seria interessante que os livros pudessem indicar que, além desses, há riscos que sequer foram imaginados com o derretimento das geleiras (WATANABE-CARAMELLO, 2012).

Também destacamos que os livros analisados relatam outras consequências das alterações climáticas como as que se voltam para o agrupamento Extinção de Espécies ou Populações de Seres Vivos. Verificamos que, em vinte e oito partes distintas dos livros didáticos analisados, há afirmações dessa natureza (vide Quadro 5). Nesses livros elaboramos unidades de registro que indicam diferentes consequências das Mudanças Climáticas atuais, destacando, sobretudo, os Prejuízos às Espécies Animais como corais, ursos polares, anfíbios e Prejuízos às Espécies Vegetais, além da Perda da Biodiversidade e Destruição de Habitat.

Os autores dos livros analisados (vide Quadro 5) indicam que as Mudanças Climáticas colocam em risco a sobrevivência de diversas espécies, sendo esse aspecto muito grave e relacionado, principalmente, à destruição de *habitat*.

A coleção C17 apresenta a discussão sobre o Prejuízo às Espécies de Vegetais, utilizando, como referência, um artigo de autoria de Zhao e Running publicado em 2010 na Revista *Science*. Esse artigo, segundo a coleção analisada, apresenta dados de uma pesquisa que indica que plantas, de modo geral, têm crescido menos. Essa afirmação, ainda segundo a coleção analisada, se contrapõe à afirmação usual de que o aumento da temperatura global deveria aumentar o crescimento e a produtividade dos vegetais.

Importante indicarmos, neste caso, que os autores do livro didático C17 utilizaram informações provenientes de uma revista científica prestigiada no meio

acadêmico para a discussão do tema. Aliás, observamos que essa é uma tendência nos livros didáticos analisados, ou seja, frequentemente os livros didáticos apresentam dados e informações provenientes de artigos e sítios eletrônicos de associações científicas para abordar aspectos do tema Mudanças Climáticas.

Na coleção C7, por exemplo, são apresentados dados de pesquisas realizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sendo que elas indicam um aumento de temperatura terrestre, aspecto que, segundo as análises desse instituto, tem o potencial para provocar a Savanização da Amazônia e a Perda de Biodiversidade.

As análises que realizamos indicam que os livros também apresentam temas relacionados às Alterações na Dinâmica Climática da Terra. 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 frequentes em vinte do total de livros analisados, com uma frequência absoluta de trinta vezes ao longo da análise das obras.

Destacamos um excerto retirado da coleção C16, no qual é indicado que dados de uma pesquisa estão gerando controvérsias entre cientistas. Esse excerto cita, ainda, que a referida pesquisa foi publicada na prestigiada revista *Nature*. A seguir, o referido excerto:

[...] 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, grifos nossos).

Novamente, consideramos relevante a menção às controvérsias, porém não há um aprofundamento com relação aos significados dessas, aspecto que poderia ser mais bem trabalhado nesse material no futuro. Na coleção C15, por sua vez, esse tema é apresentado, afirmando que ele é passível de dúvidas. Assim, indica-se que não há um consenso na comunidade científica sobre as causas e consequências das Mudanças Climáticas. O excerto a seguir exemplifica esse posicionamento:

**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.** (C15, 2012, 6º ano, p. 162, grifos nossos).

Nessa perspectiva, a menção às controvérsias e incertezas é interessante. Porém, como já indicamos, entendemos que poderia haver, em um futuro próximo, um aprofundamento dessa discussão, apontando para considerações sobre a complexidade dos fenômenos climáticos.

## 4.5 Medidas de mitigação relacionadas às Mudanças Climáticas

Os livros didáticos apresentam considerações voltadas para medidas de mitigação que objetivam combater as causas e os efeitos das Mudanças Climáticas. Algumas das medidas de mitigação apresentadas estão relacionadas aos seguintes agrupamentos:

- **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;
- **Ações de natureza individual** - investe-se na mudança dos hábitos das pessoas, por exemplo, a utilização de veículos pessoais;
- **Sequestro de Carbono** – a ideia é a de reduzir o carbono excedente na atmosfera, principalmente, plantando-se 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.

Diante desse contexto, a presente categoria foi construída a partir dos cinco agrupamentos apresentados. A seguir, no Quadro 6, são sistematizadas as informações encontradas nos livros didáticos.

O agrupamento Ações de Natureza Tecnológica aparece em cinco do total de livros analisados. Nesse agrupamento, há considerações que apontam para medidas de mitigação relacionadas à utilização de tecnologias ditas limpas. Essas tecnologias poderiam diminuir o incremento de gases-estufa na atmosfera. As seguintes unidades de registro deram origem a esse agrupamento: Equipamentos Eficientes, Gerenciamento do Clima, Geoengenharia e Monitoramento.

**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	Coleções que aparecem – Ano escolar relativo ao Ensino Fundamental em que aparecem	Frequência
Ações de natureza tecnológica	- Equipamentos eficientes; - Gerenciamento do clima; - Geoengenharia; - Monitoramento.	4-5	{C3 – 9º}; {C7 – 6º, 9º}; {C9 – 6º}; {C19 – 7º}	7
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

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
Sequestro de carbono	- Créditos de carbono	7-8	(C1 – 7º); (C6 – 6º); (C7 – 6º); (C14 – 7º, 9º); (C16 – 9º); (C17 – 9º); (C19 – 7º)	9
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

Fonte: elaborado pelos autores.

Na coleção C19, os autores indicam a função das novas tecnologias no processo de mitigar os efeitos das Mudanças Climáticas. Apresentam uma perspectiva na qual a tecnologia pode resolver problemas ambientais, como podemos observar no excerto 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 CO<sub>2</sub> enquanto crescem (FIORAVANTI, 2011 *apud* C19, 2012, 7º ano, p. 253, grifos nossos).

Os autores de outra coleção analisada, a C9, citaram um trecho da Agência Fapesp (2008), o qual indica a necessidade de aperfeiçoamento das 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, grifos nossos).

O segundo agrupamento, Uso de Fontes Renováveis de Energia, aparece em onze do total de livros analisados. As unidades de registro que constituem esse agrupamento são: Energia Eólica, Energia Solar, Energia das Marés, Energia Geotérmica e Biocombustíveis.

Há uma parcela dos livros analisados (C1, C6, C7, C14, C15, C16 e C17) que indicam a necessidade de o país aumentar a utilização de fontes renováveis de energia. Todavia, não há considerações sobre controvérsias relativas a esse assunto. Prevalece a ideia de que, de fato, há tecnologias limpas e que elas serão responsáveis por uma grande reversão no atual quadro de degradação ambiental no qual o mundo se encontra. Dessa forma, acabam simplificando um tema que poderia ser mais bem explorado a partir de controvérsias sociais e científicas.

O terceiro agrupamento denominado Ações de Natureza Individual é identificado em sete livros. Nesse agrupamento, estão os núcleos de significado que apontam para modificações de comportamento individual para diminuir as emissões de gases-estufa. A redução do consumo, a reciclagem, a diminuição da quantidade de automóveis rodando nas ruas ou a 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.

Nessa perspectiva, os autores da coleção C9, por exemplo, reforçam a necessidade de modificação dos hábitos dos indivíduos como uma possibilidade de alterar o quadro de degradação ambiental instalado. 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 (LD9, 2012, 9º ano, p. 312, grifos nossos).

Outro agrupamento formado diz respeito ao Sequestro de Carbono da atmosfera. Esse agrupamento aparece em oito do total de livros analisados. A principal característica do agrupamento é a ideia de remoção de dióxido de carbono 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.

As ideias relativas ao sequestro de carbono, como medida de mitigação

das Mudanças Climáticas, são desenvolvidas nos livros didáticos sem que sejam considerados aspectos como a irreversibilidade dos fenômenos climáticos e também, a dificuldade em quantificar esse tipo de emissão (REIS; SILVA; FIGUEIREDO, 2015).

A coleção C1, no entanto, afirma que existem críticas relativas aos créditos de carbono comprados por empresas, já que elas continuam poluindo. O excerto a seguir exemplifica este posicionamento:

[...] **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, grifos nossos).

O último agrupamento formado diz respeito às Ações de Natureza Política. Ele está presente em dezessete do total de livros analisados. A unidade de registro a qual deu origem a 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, sendo essas consideradas uma das principais medidas para a redução de emissão de gases-estufa. Em concordância com Santos, Carvalho e Levinson (2014), consideramos relevante a existência de discussões dessa natureza nas aulas de Ciências que tratam da temática ambiental, na medida em que apresentam a ação política como algo fundamental para a modificação do processo de crise ambiental que vivenciamos no mundo atualmente.

Nas coleções C8 e C15, são apresentadas críticas de caráter político e econômico quanto aos acordos internacionais que versam sobre a redução da emissão de gases estufa. A principal crítica se volta para o fato de alguns países não terem condições de aderir aos acordos internacionais de redução das emissões de gases-estufa, sobretudo porque isso pode significar uma forte limitação no crescimento econômico desses países.

Importante salientar que esse é um jogo de interesses complexos e conflituosos, o que possibilita a identificação de controvérsias políticas e econômicas associadas diretamente às tomadas de decisões sobre o tema (WATANABE-CARAMELLO, 2012). Porém, nossas análises indicam que não há, nestes materiais considerações sobre aspectos imprevisíveis e incalculáveis relacionados com essas medidas de mitigação

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema Mudanças Climáticas está presente nos livros didáticos de Ciências do ensino fundamental II aprovados pelo PNLD de 2014. Considerações sobre esse tema são mais frequentes nos livros didáticos do 6º ano, os quais se propõem a trabalhar com a temática *Terra e Universo*. O tema aparece de forma pontual nos livros do 7º ano, sendo que esses têm como foco a temática *Vida e Ambiente*. Observa-se, ainda, que os livros didáticos de 8º ano são aqueles nos quais é menos frequente a abordagem do tema, uma vez que, de forma geral, trabalham assuntos

referentes ao *Ser Humano e Saúde*. Além dos livros didáticos de 6º ano, os que mais apresentam considerações sobre o tema são os de 9º ano, que abordam assuntos relacionados à *Tecnologia e Sociedade*.

A análise dos significados atribuídos ao tema Mudanças Climáticas, presentes nos livros didáticos, possibilitou-nos elaborar cinco categorias analíticas: 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 partir dessas categorias, realizamos várias considerações sobre esses materiais didáticos.

Dentre os resultados, destacamos, ainda, que os livros didáticos apresentam, de modo geral, uma discussão conceitualmente consistente sobre o tema Mudanças Climáticas, para o nível educacional proposto. Chama a atenção o fato de muitos livros didáticos se apoiarem em informações obtidas em artigos presentes em periódicos científicos ou, ainda, a partir de textos que podem ser encontrados em *sites* eletrônicos *on line* de sociedades científicas. Além disso, são apresentados explicitamente conceitos da Física, Química e Biologia para sustentar as discussões propostas. Podemos inferir que esse avanço conceitual presente nos livros didáticos analisados pode ser devido às exigências relativas à avaliação dos livros didáticos pelo FNDE, sendo que esta tem sido realizada de forma frequente ao longo dos últimos anos.

Todavia, os dados coletados nessa investigação nos permitem afirmar que são escassos nos materiais analisados a abordagem do tema a partir de complexidades inerentes aos fenômenos climáticos. Esses materiais apresentam algumas considerações sobre complexidades e controvérsias inerentes ao tema exclusivamente quando abordam as Causas das Mudanças Climáticas e as Consequências das Mudanças Climáticas.

Entendemos que futuramente esses materiais poderiam considerar - na abordagem do tema Mudanças Climáticas - aspectos que apontem para a superação de uma visão linear e simplificadora dos fenômenos climáticos. Nesse contexto, entendemos ser necessário que esses materiais questionem as abordagens exclusivamente voltadas para uma visão determinista da Ciência. Em outras palavras, esses materiais poderiam, em um futuro próximo, problematizar as perspectivas teóricas que reduzem a complexidade dos temas ambientais a uma discussão voltada exclusivamente para leis simples e universais que não são capazes de nos fazer avançar com relação ao entendimento dos riscos inerentes à forma como nos relacionamos com a natureza (SILVA, 2007; WATANABE-CARAMELLO, 2012).

Enfim, a carência de discussões que apontem para a complexidade dos fenômenos climáticos nos encaminha para uma consideração sobre os livros didáticos: o tema Mudanças Climáticas é tratado com ênfase em seus aspectos conceituais e ainda com pouca atenção ao processo da construção do conhecimento e às considerações que envolvem articulações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

A partir dos resultados desta pesquisa, consideramos oportuno elaborar outros trabalhos investigativos que se voltem especificamente para a análise da articulação entre o conteúdo específico de ciências presentes nesses materiais e o tema das Mudanças Climáticas. Também nos parece interessante investigar as oportunidades educativas concretas que os conteúdos de ciências presentes nesses materiais oferecem para o tratamento de algumas complexidades inerentes aos fenômenos climáticos.

## APOIO

- 1 - Bolsa de Mestrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES
- 2 - Fomento de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – através do Edital Ciências Humanas, Sociais e Sociais Aplicadas 43/2013.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- 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.
- BRASIL. Guia PNLD 2014 Anos finais Ciências. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2013. 40 p.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais. Brasília, DF: SEF/MEC, 1998. 139 p.
- CARVALHO, L. M. Educação ambiental. In: OLIVEIRA, D.A.; DUARTE, A.M.C.; VIEIRA, L.M.F. DICIONÁRIO: trabalho, profissão e condição docente. Belo Horizonte: UFMG/Faculdade de Educação, 2010. Disponível em: <<http://www.gestrado.org/pdf/241.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2015.
- DELAQUA, F. A.; BASSOLI, F. Ciência acrítica: 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.
- ESSEX, C.; MCKITRICK, R.; ANDRESEN, B. Does a global temperature exist? **Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics**, v. 32, n. 1, p. 1-28, 2006.
- FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006. 224p.
- GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.
- LEVINSON, R. **Towards a pedagogical framework for the teaching of controversial socio-scientific issues to secondary school students in the age range 14-19**. 2008, 242f. Tese (Doutorado em Educação) - Instituto de Educação, Universidade de Londres, Londres, Inglaterra.
- 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.
- LUCENA, L. B.; MOURA, M. O. O discurso das mudanças climáticas globais abordadas nos livros didáticos de geografia. In: II EREPEG – ENCONTRO REGIONAL DE PRÁTICAS DE ENSINO DE GEOGRAFIA. Teresina – PI, 2014. Anais do II Encontro Regional de práticas de ensino de Geografia. Teresina – PI, 2014.
- 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 [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p. Disponível em: <<http://ar5-syr.ipcc.ch/>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas**: tempo, caos e as leis da natureza. Trad.: Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 1996.

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/epef/xii/sys/resumos/T0162-1.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

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. R. **Controvérsias sócio-científicas**: discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina ciências da terra e da vida. 2004. 457f. Tese (Doutorado em Educação) -Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.

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, W. L. P.; CARVALHO, L. M.; LEVINSON, R. A Dimensão Política da Educação Ambiental em Investigações de Revistas Brasileiras de Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, n. 2, 2014, p. 199-213.

SILVA, L. F. A **Temática Ambiental, o Processo Educativo e os Temas Controversos**: implicações teóricas e práticas para o ensino de Física. 2007. 211 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade do Estado de São Paulo, Araraquara, 2007.

WATANABE-CARAMELLO, 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.

**Submetido em 18/10/2016**

**Aprovado em 24/04/2017**

**Contato:**

*Nijima Novello Rumenos*

Rua Capitão José Paes de Almeida, n. 41 ap. 23

CEP:18600-150 - Centro / Botucatu, SP- Brasil